

Kartlegging av økologisk tilstand i Moelva, Lillesand



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Kartlegging av økologisk tilstand i Moelva, Lillesand	Løpenr. (for bestilling) 6073-2010	Dato 7.2.2011
	Prosjektnr. Undemr. 29346	Sider Pris 44
Forfatter(e) Atle Hindar, Tor Erik Eriksen, Øyvind Garmo, Einar Kleiven, Frode Kroglund og Liv Bente Skancke	Fagområde Forsuring	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Aust-Agder	Oppdragsreferanse Kontrakt 25.9.2009
---	---

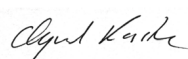
Sammendrag

Moelva i Lillesand belastes med forurensningstilførsler fra flere kilder, og de siste årene er det avdekket betydelig påvirkning fra sulfidholdig fjell etter utspregning. Fylkesmannen i Aust-Agder og Lillesand kommune ville derfor gjennomføre en karakterisering av økologisk tilstand på bakgrunn av vannkjemiske og biologiske kvalitetselementer. NIVA har undersøkt vannkjemiske og metaller i fiskegjeller og fra passive prøvetakere (DGT). Bunndyr er samlet inn og identifisert, og det er prøvofisket med elektrisk fiskeapparat. For få år siden ble vandringshindere for sjøaure fjernet, og denne forbedringen er vurdert. NIVAs TEOTIL-program er brukt for å beregne tilførsler av fosfor og nitrogen til Moelva fra de viktigste kildene i vassdraget. På bakgrunn av den vanntypen Moelva representerer og det biologiske materialet som er innsamlet, er den økologiske tilstanden i elva karakterisert som dårlig, og med de vannkjemiske støtteparametrene er de viktigste påvirkningsfaktorene identifisert. Det er forholdene på Storemyr næringsområde som er den største utfordringen. Tilstrekkelige tiltak her vil ha størst effekt på elvas tilstand, og vil også øke nytten av tiltak mot andre forurensningskilder.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vassdrag 2. Forurensning 3. Økologisk tilstand 4. Vannkvalitet 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Water-course 2. Pollution 3. Ecological quality 4. Water quality
---	---



Atle Hindar
Prosjektleder



Øyvind Kaste
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Kartlegging av økologisk tilstand i Moelva, Lillesand

Forord

Moelva i Lillesand belastes med forurensningstilførsler fra flere kilder, og de siste årene er det avdekket betydelig påvirkning fra sulfidholdig fjell etter utsprengning.

For å kartlegge den økologiske tilstanden, utlyste Fylkesmannen i Aust-Agder en anbudskonkurranse for undersøkelsene. NIVAs anbud ble akseptert, og prosjektet startet umiddelbart.

Alf Yngvar Bjørkestøl har tatt vannprøvene i Moelva, og alle analyser er utført ved NIVA. Liv Bente Skancke har organisert vannprøvetakingen og kvalitetssikret og tilrettelagt vannkjemiske data. Bjørkestøl har også deltatt i kartleggingen av elvas nedre del sammen med Einar Kleiven. Kleiven og Mette Cecilie Lie har utført prøvefiske. Kleiven har også tatt ut fiskegjeller for analyse og satt ut og hentet inn DGT-prøvetakere. Øyvind Garmo har bearbeidet og tolket DGT-resultatene fra NIVAs laboratorium. Metallanalyser av fiskegjeller er utført ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB). Jarle Håvardstun har tatt bunndyrprøvene, og Tor Erik Eriksen har artsbestemt bunndyrene.

Oppdragsgivers kontraktsansvarlige har vært Dag Matzow hos Fylkesmannen i Aust-Agder, mens en referansegruppe bestående av Matzow og Eva Boman fra fylkesmannen og Ole Martin Aanonsen fra Lillesand kommune har fulgt prosjektet. Arbeidet er finansiert av Fylkesmannen i Aust-Agder og Lillesand kommune.

Alle takkes for godt samarbeid.

Grimstad, 7. februar 2011

Atle Hindar

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Bakgrunn	7
2. Materiale og metoder	7
2.1 Moelva	7
2.2 Prøvetakingsprogram	10
3. Hydrologi	12
4. Resultater	14
4.1 Vannkjemi	14
4.2 Beregning av næringsstofftilførsler med TEOTIL	24
4.3 Bunndyr	26
4.4 Elva som fiskeelv	27
4.5 Elektrisk fiske	31
4.6 Karakterisering og tiltak	33
5. Referanser	35
Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2009-2010	37

Sammendrag

Moelva i Lillesand belastes med forurensningstilførsler fra flere kilder, og de siste årene er det avdekket betydelig påvirkning fra sulfidholdig fjell etter utspregning. I 2006 ble det registrert omfattende fiskedød etter utspregning av sulfidholdig berggrunn ved Storemyr. I tillegg til avrenningen fra uberørt natur, mottar elva dessuten tilførsler fra bebyggelse, jordbruksarealer, industrivirksomhet og avfallsplasser. Fylkesmannen i Aust-Agder og Lillesand kommune ville derfor gjennomføre en karakterisering av økologisk tilstand på bakgrunn av vannkjemiske og biologiske kvalitetsselementer.

Vi har i perioden oktober 2009 til september 2010 undersøkt vannkjemi regelmessig på flere steder langs vassdraget. I tillegg er det tatt ut fiskegjeller for analyse av metaller og det er satt ut passive prøvetakere for å få tall på biotilgjengelige tungmetaller i elvevannet. Bunndyr er samlet og identifisert, og det er beregnet forsuringsindekser på bakgrunn av sammensetningen. Det er også prøvetasket med elektrisk fiskeapparat for å dokumentere fiskesamfunnet.

Moelva hadde sjøaure fram til 1917, da utbygging i nedre del skapte vandringshindere. For få år siden ble disse fjernet, det ble tilrettelagt for oppgang og sjøauren kan nå komme opp i elva igjen. Denne forbedringen er vurdert i denne rapporten, og kommer i tillegg til de vurderinger som tidligere er gjort av gyte- og oppvekstmulighetene for fisk i elva.

NIVAs TEOTIL-program er brukt for å beregne tilførsler av fosfor og nitrogen til Moelva fra de viktigste kildene i vassdraget, både naturlige og menneskeskapte.

Det er nå mulig å klassifisere den økologiske tilstanden i innsjøer og elver etter den nye vannforskriften og Klassifiseringsveilederen. På bakgrunn av den vanntypen Moelva representerer og det biologiske materialet som er innsamlet, er den økologiske tilstanden i elva karakterisert som dårlig, og med de vannkjemiske støtteparametrene er de viktigste påvirkningsfaktorene identifisert. Det er forholdene på Storemyr næringsområde som er den største utfordringen. Tilstrekkelige tiltak her vil ha størst effekt på elvas vannkvalitet. Men det er også påvist forurensningskilder i nedre del. Eutrofiering, dvs. effekter av næringssaltbelastning, ser ikke ut til å være et stort problem i vassdraget fordi fosforkonsentrasjonene er lave. Vannvegetasjon er ikke kartlagt i denne undersøkelsen, og det kan ikke utelukkes at det tidvis er begroing/tilgroing enkelte steder.

Skal en forbedre tilstanden i Moelva, er det etter dette først og fremst situasjonen på Storemyr som er utfordringen, se Hindar og Iversen (2006) for anbefalinger om tiltak. Om en klarer å få akseptable tilførsler fra dette området, bør en bruke resultatene fra dette prosjektet til en mer detaljert kartlegging av metallkildene videre nedover i vassdraget med tanke på tiltak for å redusere tilførselene. En kan her ikke utelukke at det er diffus tilførsel via grunnvann, og at nærmere kildeidentifikasjon og tiltak kan være krevende.

Kontroll med sur avrenning og metalltilførsler legger grunnen for en ytterligere optimalisering av tiltak, og det kan være aktuelt å se på begrensninger i nitrogentilførselene for å få disse ned på akseptable nivåer. Det kan også være aktuelt å se nærmere på de mulige vandringshindrene for sjøaure i elvas midtområde, og eventuell tilrettelegging av gyteområder i nedre del ved at områder som en finner egnet tilføres grov grus og stein for å forbedre gytesubstratet.

Summary

Title: Characterisation of the ecological condition of River Moelva, Lillesand, S Norway

Year: 2011

Author: Atle Hindar, Tor Erik Eriksen, Øyvind Garmo, Einar Kleiven, Frode Kroglund og Liv Bente Skancke

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-5808-0

River Moelva, Lillesand in southern Norway, is affected by pollution from different sources, among them acid runoff from blasted sulphuric rock areas. Other sources of pollution are open and more developed areas, agriculture, industry and disposal sites for garbage and industrial waste products.

We have monitored water chemistry of the river from October 2009 until September 2010 at several sites, and examined invertebrate and fish communities. Included were also analyses of heavy metals on fish gills and on passive samplers (DGTs) exposed in the river.

Sea trout (*Salmo trutta*) was common in the river until a powerplant was established in the waterfall Tingsakerfossen in 1917. Migration was facilitated after removal of several obstacles in the river a few years ago. The effect on the physical properties for fish migration in this area was examined as part of this project.

NIVA's program TEOTIL for calculation of nitrogen and phosphorus load was used to give figures for total load from the main sources in the river catchment.

The ecological condition of the river was classified as poor based on the biological quality elements, and the chemical results were used to identify the main influences. The conditions at the Storemyr development area is the most challenging, and adequate measures to control the acid and metal-rich runoff from this area of blasted sulphuric rocks will have the most positive effects on the water quality. Recommended measures for this particular area have been given elsewhere (Hindar and Iversen 2006). Other areas for heavy metals affecting the river have also been identified. Eutrophication is not considered as a major problem in this river, as the concentrations of phosphorus are at acceptable levels.

1. Bakgrunn

Moelva i Lillesand belastes med forurensningstilførsler fra flere kilder, og de siste årene er det avdekket betydelig påvirkning fra sulfidholdig fjell etter utsprenning (Hindar og Iversen 2006). I 2006 ble det registrert omfattende fiskedød etter utsprenning av sulfidholdig berggrunn ved Storemyr i vassdragets midtre del. I tillegg til avrenningen fra uberørt natur, mottar elva dessuten tilførsler fra bebyggelse, jordbruksarealer, industrivirksomhet og avfallsplasser. Det var derfor av interesse med en karakterisering av økologisk tilstand på bakgrunn av vannkjemiske og biologiske kvalitetselementer.

I foreliggende rapport har vi med utgangspunkt i resultater fra nye undersøkelser og bruk av Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009; www.vannportalen.no) beregnet avvik fra naturtilstanden. Særlig oppmerksomhet har vært knyttet til effekter av sulfidsteinpåvirkning, men også effekten av andre påviste forurensningskilder i vassdraget.

2. Materiale og metoder

2.1 Moelva

I følge Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009) er Moelva med sitt nedbørfelt på 35 km² et "lite" vassdrag i økoregion "Sørlandet". Enkelte punkter i nedbørfeltets vestre del er over 200 moh, grensen mellom "lavland" og "skog", men Moelva er likevel et lavlandsvassdrag. Det ligger mellom Tovdalselva i vest og sørlandskysten. Vassdraget renner ut i Tingsakerfjorden rett øst for Lillesand by (**Figur 1**).

Målingene viser at Moelva fra naturens side er "kalkfattig" (1-4 mg Ca/l) og til tider "humøs". Middelet av 160 målinger i forbindelse med E18-prosjektet i perioden juli 2007 til september 2009 var 4,8 mg TOC/l, dvs. helt på grensen (5 mg TOC/l) mellom klar og humøs elv. Selv om Moelva da skal høre til vanntypen "klar", vil vi ut fra dette si at vassdraget er på grensen mellom klar og humøs, dvs. mellom elvetype RN2 og RN3 i følge Klassifiseringsveilederen. Når vi gjør det, er det fordi tilstanden skal baseres på vanntypen, og at det her må være rom for å skjele til referansetilstand og grenseverdier i begge vanntyper.

Mens det er den biologiske tilstanden, i denne rapporten basert på kvalitetselementene bunndyr og fisk, som er avgjørende for å fastslå vassdragets økologiske tilstand, kan den vannkjemiske tilstanden brukes som støtte. Den vannkjemiske tilstanden kan også brukes som grunnlag for tiltak. Grenser for tilstandsklasser for en del vannkjemiske parametre er gitt i **Tabell 1**, og viser hvilke forskjeller klassifisering som klar eller humøs elv gir. G/M grensen er grensen mellom god og moderat tilstand, og kan brukes for å avgjøre om forurensningsbegrensende tiltak skal settes inn.

Med sitt nedbørfelt på om lag 35 km², og den spesifikke avrenningen for vassdraget på 30 l/s*km² (NVE Atlas), har Moelva en middelvannføring på 1 m³/s. Lavvannføringen kan si en del om resipientkapasitet og egnethet for fisk, og den kan være i området 6-12 % av middelvannføringen, dvs. 60-120 l/s for Moelva. Denne vannføringen vil kunne opptre årlig. Matzow m.fl (1990) satte den imidlertid så lavt som 20 l/s. Flomvannføringen i dette vassdraget, som ikke har store innsjøer som kan dempe vannføringsvariasjon, kan være 15-20 ganger større enn middelvannføringen, dvs. 15-20 m³/s.

Vi har beskrevet og karakterisert Moelva som fiskeelv i egne avsnitt, og der framkommer det at elva tidligere var en sjøareelv, men at utbyggingen av Tingsakerfossen i nedre del satte en stopper for det i 1917. Menneskeskapte vandringshindere i dette området har vært til hinder for sjøauren helt fram til for få år siden.

Tabell 1. Utdrag fra Klassifiseringsveilederen mht grenseverdier for ulike vannkjemiske parametere. Verdiene er i hovedsak (ikke labilt aluminium, LAI) årsmiddelverdier og gjelder for elver (vanntypene RN2-3).

Parameter	Høyderegion	Vanntype	Typebeskrivelse	Ref.verdi	SG/G	G/M	M/D	D/SD
pH	Lavland	RN2	Kalkfattige, klare	> 6,8	6,5	6,2	6,0	5,8
	Lavland	RN3	Kalkfattige, humøse	> 5,8	5,7	5,6	5,4	5,0
LAI (µg/L)	Lavland	RN2	Kalkfattige, klare	<5	5	10	15	20
	Lavland	RN3	Kalkfattige, humøse	<5	5	10	15	20
Tot-P (µg/L)	Lavland	RN2	Kalkfattige, klare	6	11	17	30	60
	Lavland	RN3	Kalkfattige, humøse	9	17	24	45	83
Tot-N (µg/L)	Lavland	LN2a;RN2	Kalkfattige, klare, grunne	250	300	400	575	1000
	Lavland	LN3a;RN3	Kalkfattige, humøse	300	400	500	800	1300

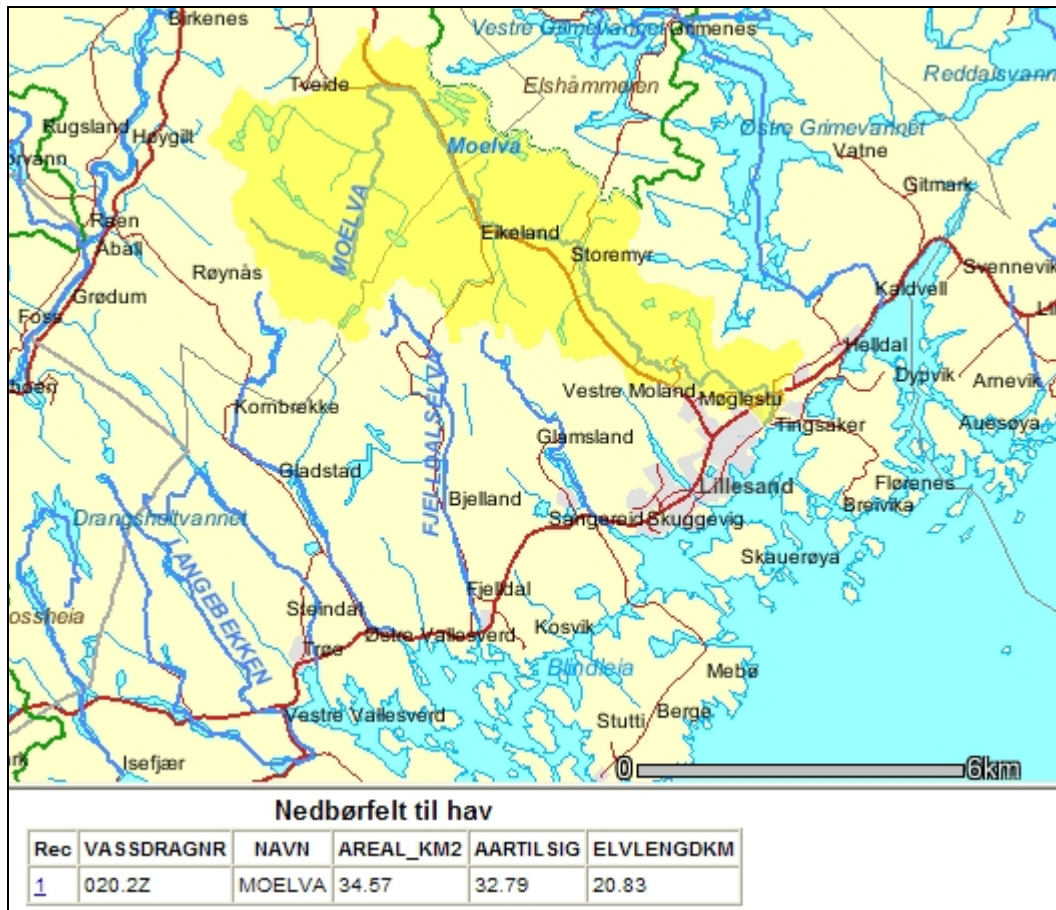
Den aktiviteten som trolig har hatt den mest akutte og tydelige forurensningseffekten på Moelva i nyere tid, er utsprenningen av Storemyr næringsområde i 2005/2006, se **Figur 1**. Storemyr ligger midt i et stort område med risiko for å finne sulfidførende gneis (Frigstad 2009). Fiskedøden og dokumentasjonen av at eksponert sulfidstein forårsaker sur og giftig avrenning (Hindar og Iversen 2006), minnet om at elva er sårbar. Denne utsprenningen i seg selv var nok til å gi fiskedød og andre biologiske effekter, men kom i tillegg til en rekke andre påvirkninger i vassdraget.

Rett sør for Storemyr ligger bedriften Saint Gobain, som produserer silisiumkarbid. I forbindelse med undersøkelser i 2006, ble det avdekket at vann fra bedriften eller grunnvannet under bedriften hadde en temperatur på omkring 30 °C og svært høye konsentrasjoner av sulfat. Målingene ble gjort i det vannet som kommer ut i Moelva fra et pumpehus mellom bedriften og elva nede ved elvekanten. I dette området ligger også Knudremyr søppelfyllplass, som åpnet i 1985.

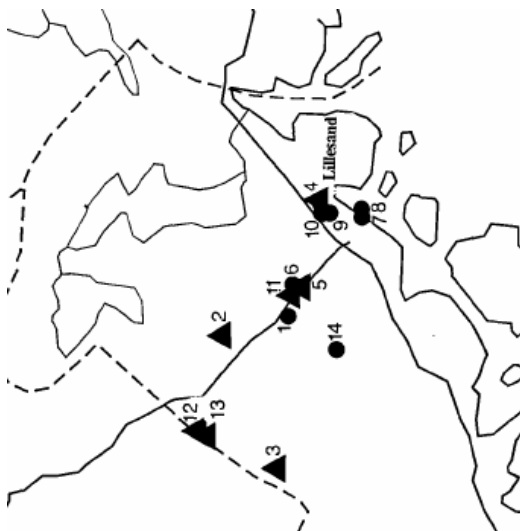
NGU har kartlagt deponier og forurenset grunn i Lillesand kommune (NGU 1990). De fant en rekke fyllplasser og plasser med avfall fra både industrivirksomhet og andre aktiviteter i Moelvas nedbørfelt, se **Figur 2**. Ved Eikeland er en aktiv industriavfallsplass med avfall fra silisiumkarbidvirksomheten. Avrenning er via Skorrebekken til Moelva. Nordbøveien fyllplass ligger bare en drøy kilometer sør for Skorrebekken, med avrenning til bekk ved Eikeland. Denne bekken kommer inn i Moelva mellom stasjon 0 og 1 i denne undersøkelsen. Fyllplassen var i drift i perioden 1980-1986. Rett nord for Storemyr ligger den nedlagte Storemyr fyllplass, som var i drift i perioden 1964-1980. Både i området sør for Saint Gobain og i nedre del ved gamle E18 er det forurenset grunn langs Moelva. Slike områder i tilknytning til Stansefabrikken er beskrevet i rapporten til NGU.

Nordbøveien og Storemyr fyllplasser er også vurdert av NIVA (Mohn m.fl. 2000), og det er gitt anbefalinger om tiltak, spesielt for Nordbøveien fyllplass.

Høsten 2009 åpnet den nye motorveien mellom Grimstad og Kristiansand etter tre års anleggsvirksomhet, og denne veien krysser Moelva mellom gården Hesthagen og Saint Gobain.



Figur 1. Moelva med nedbørfelt. (fra NVE Atlas).



Figur 2. Fra NGUs kartlegging av avfallsplasser. Punktene 1, 2 og 3 er hhv. Knudremyr, Storemyr og Nordbøveien avfallsplasser, mens 12 og 13 er industrifyllingene ved Eikeland. Punktene 4-6 er forurenset grunn, mens 7 og 8 er hhv. industrifylling og slamdeponi for Gamle Stansfabrikken. 9 og 10 er forurenset grunn ved Stansfabrikken på Stykkene, mens 11 er industrifylling ved Saint Gobain.

2.2 Prøvetakingsprogram

Prøvetakingsprogrammet omfattet vannkjemi, bruk av passive prøvetakere, samt undersøkelser av bunndyr og fisk.

Vannkjemi

Hovedtyngden av vannkjemiprøvene i dette prosjektet ble tatt på fem stasjoner i selve Moelva. Disse er angitt i **Tabell 2**, og geografisk plassering er vist i **Figur 3**. Se vedlegg A for prøvetakingsplanen. Det ble også tatt fire prøver av avrenningsvannet fra Storemyr i tidsrommet 29. september til 2. november 2009. Prøvetakingsstedet var ved utløpet av området. Her var det en betongkontruksjon som er laget ved enden av et dreneringsrør som går under store deler av utbyggingsområdet.

Tabell 2. Stasjoner med vannkemiske prøvetakingsstasjoner. Også bunndyr- og fiskeundersøkelser ble lagt til disse stedene. Koordinatene er for UTM-sone 32.

St.nr.	St.navn	UTM NS	UTM ØV
0	Infotavle	6461108	458137
1	Oppstrøms Grimenesvn.	6460306	460239
2	Moelva N (v/Hesthagen)	6458849	461281
3	Moelva S ((bak kommunebyggene på Fyresmoen)	6458173	462037
4	Utløp ved Tingsaker	6457263	464141



Figur 3. Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi.

På st. 1-4 ble det tatt prøver i tidsrommet 8. oktober 2009 til 18. september 2010. Det ble ikke tatt prøver på st. 1-3 mellom 5. januar og 29. mars 2010 grunnet en uvanlig kald vinter med permanent snø- og isdekke i en lang periode. Ved utløpet ved Tingsaker (st. 4) var forholdene noe bedre, slik at det var mulig å gjennomføre prøvetaking også i denne perioden.

Alle vannkjemiprøvene ble analysert ved NIVAs laboratorium i Oslo. Prøver fra stasjon 1-4 ble i hovedsak analysert mht en kort analyseserie: pH, sulfat (SO_4), total aluminium og kalsium (Ca). Stasjon 4 hadde et utvidet analyseprogram med full ionesammensetning; pH, konduktivitet, alkalitet i mmol/L, total fosfor, total nitrogen, ammonium (NH_4), nitrat (NO_3), total organisk karbon (TOC), klorid (Cl), sulfat (SO_4), total aluminium, reaktivt- og ikke labilt aluminium, kalsium (Ca), kalium (K), magnesium (Mg) og natrium (Na). I en periode ble det også analysert på lang analyseserie på st. 0-4 og i tillegg følgende tungmetaller; kadmium (Cd), kobolt (Co), kobber (Cu), jern (Fe), mangan (Mn), nikkel (Ni) og sink (Zn).

Primærtabell for vannkjemi er gitt i Vedlegg A.

Passive prøvetakere

Passive prøvetakere av typen DGT (diffusive gradients in thin-films) ble brukt til å måle gjennomsnittskonsentrasjon av labilt metall i tidsrommene 6.11.2009-24.11.2009 (stasjon 1-4) og 7.5.2010-18.5.2010 (stasjon 0-4). En DGT-prøvetaker består av en gel som binder frie metallioner (chelexgel), en hydrogel av polyakrylamid og et membranfilter. De tre lagene ligger oppå hverandre og holdes på plass av en plastikkholder slik at det bare er et definert areal (A) av filteret som er eksponert for vannet i bekken/elva. Prinsippet for DGT-teknikken er som følger (Zhang og Davison 1995): Metall diffunderer fra vannet, gjennom filteret og hydrogelen før det bindes i chelexgelen. Ved å måle hvor mye metall (m) som er samlet opp over eksponeringstidsrommet (t), kan gjennomsnittlig konsentrasjon av DGT-labilt metall (C_{DGT}) i vannet regnes ut på følgende måte hvis diffusjonskoeffisienten (D) er kjent:

$$C_{\text{DGT}} = m \times \Delta g / (A \times t \times D)$$

Partikler/kolloider er i liten grad i stand til å trenge gjennom hydrogelen. Chelexgelen har dessuten mindre evne til å binde metall som foreligger som negativt ladde komplekser. Den DGT-labile fraksjonen er derfor gjerne lavere enn totalkonsentrasjonen av metall og gir et mål på hvor mye av metallet som foreligger på en giftig form.

Beregning av N- og P-tilførsler

For beregning av næringsstofftilførsler og tilhørende konsentrasjoner i Moelva har vi benyttet nedbørfeltdata fra NVEs REGINEbase og gjort beregninger i datahåndteringsverktøyet TEOTIL. TEOTIL er et "modell-lager" som er spesiallaget for å beregne tilførsler fra punktkilder og ulike arealtyper for nedbørfelt med kjent innbyrdes drenering. Når modellen først er satt opp, er det raskt å lage nye beregninger tilpasset nye data og problemstillinger.

Vi har benyttet de samme data og metoder for å stipulere tilførslene til Moelva som det vi benytter for å rapportere tilførsler til norskekysten i internasjonal sammenheng (Selvik mfl. 2006, Molvær mfl. 2007). Vi har benyttet reginefeltene i NVEs vassdragsregister. REGINE (REGIster over NEDbørfelt) er den hydrografiske inndelingen av Norge og dekker landarealet og kystarealet så langt ut det finnes øyer. Norge er delt i ca 19000 REGINE-enheter. I middel er det ca. 20 REGINE-felter innen hvert statistikkområde. REGINEs minsteenheter er derfor minste delnedbørfelt/elvestrekning som resultatene kan benyttes for.

Vi har beregnet årlige tilførsler av total fosfor og total nitrogen. Disse tilførslene ble i modellen tilført lokalt og transportert nedover vassdraget. Beregningene gjelder for 2008. Det er også beregnet månedlig fordeling av tilførslene fra de enkelte kildene. Punktkildene ble antatt å være jevnt fordelt over året, mens arealavrenningen ble fordelt i samsvar med månedsvannføringen.

Følgende tilførselskilder ble benyttet:

- befolkning (renseanlegg og spredt bosetning),
- industri,
- jordbruksarealer og
- naturarealer (skog, utmark og innsjøer).

Årlige tilførsler fra industri og befolkning, dvs. tett og spredt bosetning, er hentet fra databasene til Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif). Opplysninger om tilførsler fra spredt bosetning foreligger kun for hver kommune. Tilførslene ble i modellen fordelt på REGINE-feltene innen kommunen i forhold til areal dyrket mark. Utslipp fra renseanlegg (tett bosetning) er punktutslipp med kjente koordinater. Det samme gjelder for utslipp fra industri. Avrenning fra ulike arealtyper ble basert på avrenningskoeffisienten for den respektive arealtypen.

Detaljert beskrivelse av TEOTIL - modellen finnes i Tjomsland mfl. (2010).

Bunndyr

Lokalitetene er prøvetatt med en sparkehåv med areal 0,25x0,25m. Håvposen har en duk med maskevidde på 250µm (som anbefalt i NS 4718). 9 mikrohabitater à en meter er prøvetatt i 20 sekunder. Strategien går ut på å dekke flest mulig av de ulike mikrohabitatenes på lokaliteten. Prøvene er deretter sortert under stereolupe på lab.

Innsamlet materiale er analysert med forsuringindeksene Raddum 1 (Raddum & Fjellheim, 1984) og Raddum 2 (Raddum, 1999). Raddum indeks 1 baseres på fravær/tilstedeværelse av forsuringfølsomme arter. Raddum 2 ser i tillegg på forholdstallet mellom forsuringstolerante døgnfluearter og forsuringstolerante steinfluearter. Denne indeksen benyttes når Raddum 1 ikke indikerer forsuring (verdi = 1). Når Raddum 1 < 1, så beregnes ikke verdier for Raddum 2.

Fisk

Rekrutteringen av aure er undersøkt med elfiske med elektrisk fiskeapparat. Standard metodikk er i utgangspunktet benyttet, med tre suksessive overfiskinger etter standardisert opplegg utført av Bohlin et al. (1989). Der det var svært liten eller ingen fangst ble det ikke fisket mer enn en gang, fordi det da ikke var grunnlag for å beregne tetthet. All fisk som ble fanget er artsbestemt, lengdemålt og sluppet ut igjen.

3. Hydrologi

Hydrologiske forhold er viktige for vannkjemisk variasjon og for elva som habitat for fisk og bunndyr. Ved lave vannføringer kan det være dominans av grunnvann i vassdrag med mye løsavsetninger, mens avrenningen ved flom kan være mer preget av vann som har hatt langt kortere oppholdstid i løsmasser og mindre kontakt med berggrunn. Flom etter lang tørke kan også være spesielt viktig for utvasking av humusstoffer fra myrområder og forurensende stoffer fra ulike kilder. Vi har derfor hentet inn nedbørdata fra Bioforsk sin målestasjon på Landvik i Grimstad og vannføringsdata fra NIVA/NVE sin målestasjon i Tveitdalen, Birkenes. Begge stasjonene er antatt å være representative for Moelva.

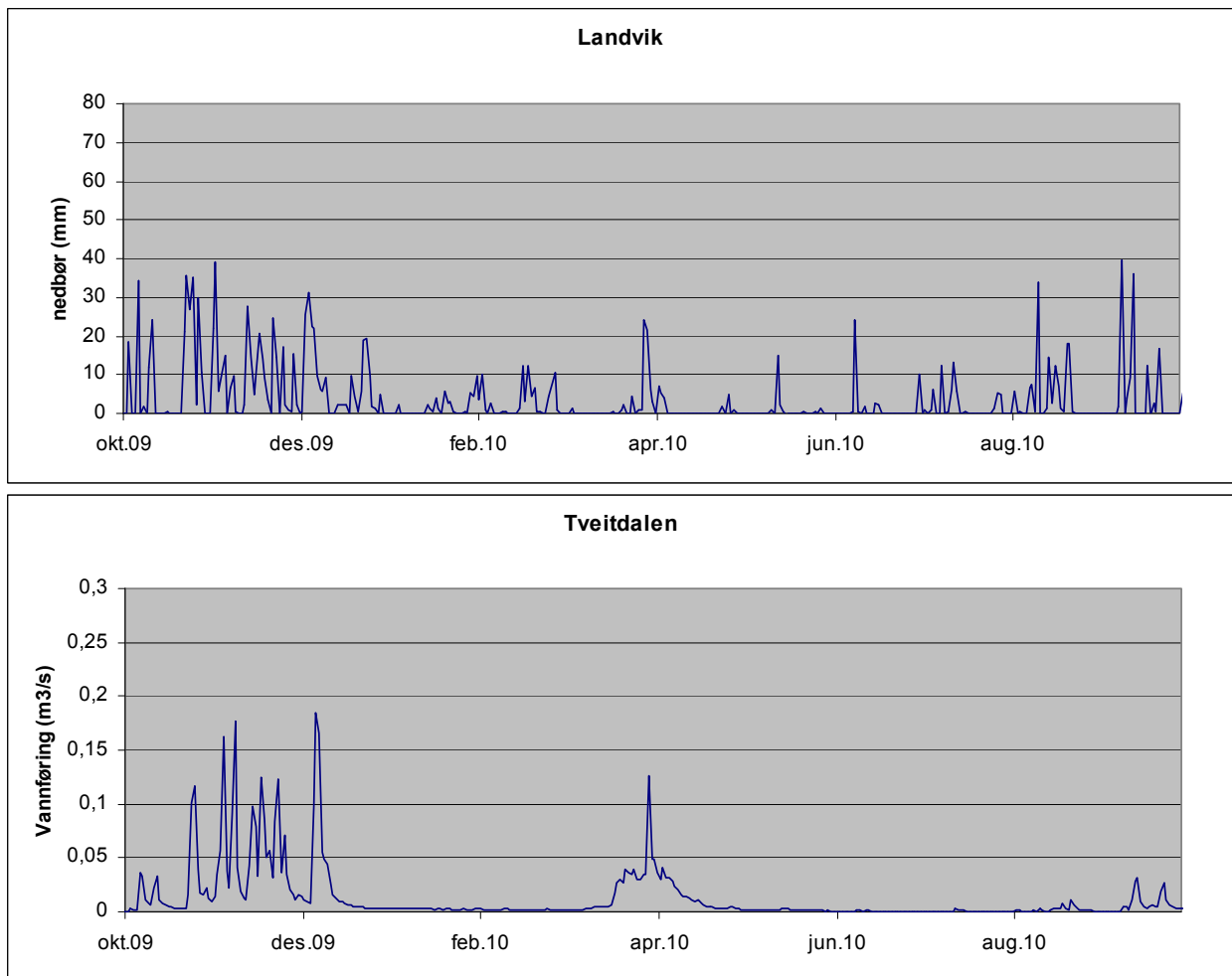
Nedenfor har vi karakterisert de hydrologiske forholdene under prøvetakingen i perioden oktober 2009 og fram til midt i september 2010.

Det kom mye nedbør i høstmånedene i 2009, noe som førte til høy avrenning (**Figur 4**). Under flomforhold i oktober ble det derfor tatt vannkjemiprøver utenom oppsatt plan den 24. og 25. oktober 2009 på st.1-4 i tillegg til utløpet fra Storemyr. Prøvene var svært turbide, og de ble derfor filtrert før analyse. Det ble også tatt prøver ved stor vannføring den 2. november 2009 ved st.1-4 og på Storemyr.

Da var det turbid vann oppstrøms Grimenesvegen (st. 1) og ved utløpet ved Tingsaker (st. 4), mens det ved Hesthagen (st. 2) og Fyresmoen (st. 3) var god sikt i vannet.

I slutten av desember 2009 kom det kulde og snø, og kuldeperioden varte store deler av vinteren. Den 5. januar 2010 var det lav vannstand og mye is ved prøvetakingsstasjonene, og ved neste prøvetakingsrunde (20. januar) var det bare mulig å ta prøver ved st. 4. Vannføringen var svært lav helt fram til andre halvdel av mars, da snøsmeltingen tok til. Selv 23. mars var det imidlertid så mye is at det ikke var forsvarlig å ta prøve ved st.1-3. Maksimal vannføring under snøsmeltingsperioden inntraff den 31. mars 2010. Vannføringen var da 0,13 m³/s i Tveitdalen, dvs. noe lavere enn maksimum under høstflommene (0,19 m³/s).

Utover våren og sommeren var det noe nedbør, men dette ga ikke særlig utslag i økt vannføring. De fleste tungmetallprøvene ble derfor tatt ved relativt lav vannføring. Først den 16. september ble det god vannføring igjen i Moelva, noe som også gjenspeiles i vannføringen i Tveitdalen, og den siste prøvetakingsrunden for vannkjemi ble gjennomført 18. september 2010.



Figur 4. Nedbør på Landvik (øverst) og vannføring i Tveitdalen i Birkenes (nederst) er vist for ett år fra 1.oktober 2009 (data fra Bioforsk og NVE).

4. Resultater

4.1 Vannkjemi

Forsuring og lokale kilder til sur avrenning

Et av formålene med undersøkelsen var å klarlegge forurensningssituasjonen med hensyn til sur tilrenning fra kilder i nedbørfeltet. Vi tar derfor for oss sulfat først, siden sulfat er direkte knyttet til slike kilder, og så går vi gjennom effektene på pH, aluminium og tungmetaller etterpå.

Sulfatkonsentrasjonene i Moelva er svært høye, opp mot 70 mg/l. Dette er langt høyere enn typiske konsentrasjoner på 3-4 mg/l i innsjøer og vassdrag i området, som fortsatt er påvirket av sur nedbør. På stasjon 1 ved Grimenesveien var det tidvis opp mot 7 mg/l, noe som kan tyde på lokale kilder oppstrøms i tillegg til bidraget sur nedbør fortsatt gir. Tidligere undersøkelser viser at økt sulfat i vassdrag i Lillesand generelt og i Moelva spesielt skyldes sulfid i berggrunnen. Sulfidet oksideres til sulfat ved utsprenning. Fordi sulfatet løser ut kalsium og magnesium i det fjellet som er sprengt ut, var det mye av den samme utviklingen for sulfat og kalsium i elvevannet (**Figur 5**).

Prøvene fra Storemyr tatt høsten 2009 inneholdt store mengder sulfat (150-330 mg/L), mens elva oppstrøms på det tidspunktet hadde verdier på 3-4 mg/L. Bidraget økte konsentrasjonen i Moelva til 6-8 mg/l. Tilsvarende økning høsten 2010 var fra 6-7 mg/l til 18-27 mg/l.

Men det må være store sulfatkilder nedstrøms st. 2 også, for det var en enda større økning fra st. 2 til st. 3 (Fyresmoen), se **Figur 5**. Det var tidvis også økning videre ned til utløpet, enda man ville forvente reduksjon pga fortykning hvis det ikke hadde vært ytterligere svovelkilder mellom Fyresmoen og utløpet ved Tingsaker. Dette er spesielt tydelig utover våren og sommeren 2010. Den store forskjellen under tørre forhold sommeren 2010 viser at det må være store mengder sulfat i grunnvannet i Moelva, spesielt i området omkring Saint Gobain. Dette er funnet tidligere også, da det ble påvist høye konsentrasjoner i det varme vannet til bedriften som tas ut i et pumpehus ved elvebredden (Hindar og Iversen 2006). Maksimalverdiene for både sulfat og kalsium kom i perioden med relativt tørt vær og lav vannføring sommeren 2010.

Hvis sulfat bufres tilstrekkelig av kalsium og magnesium eller andre stoffer, påvirkes ikke vannets surhet eller giftighet. Ved utilstrekkelig bufring skal det ikke spesielt høye sulfatkonsentrasjoner til for å få dårlig vannkvalitet. Det viser den regionale forskjellen i forsuring i Sør-Norge pga langtransporterte luftforurensninger. Kalkrike områder er beskyttet, mens områder med tungt nedbrytbar berggrunn forsures.

I Moelva er det svært høye sulfatkonsentrasjoner, og vi kan dele vassdraget i to når vi skal se på hvilken effekt dette har på vannkjemi og vannkvalitet. Effekten av sulfattilførselen fra Storemyr er svært tydelig og negativ, mens effekten av tilførselen fra området omkring Saint Gobain av ukjente grunner ikke bidrar til forsuring. Stor forskjell i vannføring i måleperioden bidrar til at variasjonen i mange forsuringrelaterte parametre blir høy.

Utvikling i pH gjennom måleperioden viser et stort spenn i verdier (**Figur 5**), og verdiene er sterkt påvirket av vannføringen. Øket vannføring, som under høstflommene og vårløsningen, ga reduksjon i pH, mens perioder med lav vannføring ga stabilt, høye verdier på alle målestasjoner.

De fire høstprøvene i 2009 tatt på Storemyr ved stor vannføring utmerker seg. pH-verdier på 4,1-4,4 er de laveste verdiene som ble målt i denne undersøkelsen. Tilsiget fra Storemyr påvirket elva nedstrøms, og målingene ved st. 2, Hesthagen ligger lavest av stasjonene i elva når vannføringen er over en viss nedre grense. pH-verdier nær 5,0 er normalt svært ugunstige for fisk (**Tabell 1**), men det er de høye aluminiumskonsentrasjonene, som også er assosiert til sulfat, som gjør vannet svært giftig for fisk.

Selv om Moelva bufres av tilførselene videre nedover, synes tilførselene fra Storemyr også å påvirke forholdene på st. 3 (Fyresmoen). Utover våren og sommeren 2010, med tørre forhold, flater pH-verdiene ut ved verdier på over 6,5. pH var lavest øverst i elva, og alle stasjonene hadde god pH fram til høstregnet.

Det er de svært høye konsentrasjonene av aluminium som gjør vannkvaliteten i Moelva spesielt dårlig. Konsentrasjonen av total aluminium (**Figur 6**) viser et betydelig bakgrunnsnivå, som er knyttet til forsuringen i denne landsdelen og humuspåvirkning om høsten. I tillegg kommer en svært høy belastning fra menneskeskapte kilder i nedbørfeltet fra og med st. 2 nedstrøms Storemyr. I perioder med mye vann i elva holder disse konsentrasjonene seg ned til utløpet, mens de avtar sterkt i tørrværsperioder. Men selv i tørrværsperioder er det høye konsentrasjoner nedstrøms Storemyr.

Fraksjonert reaktivt aluminium består av ikke-labilt og labilt aluminium, og det er den labile fraksjonen (LAI) som er giftig for fisk. I tillegg til de målte konsentrasjonene må man også ta hensyn til at labilt aluminium som kommer ut i et vassdrag med høyere pH endrer tilstandsform, og kan være svært giftig ved at aluminium felles ut på fiskegjellene. Det er også en fare for at slike endringer skjer i vannprøven etter prøvetaking og før analyse, slik at analyserte verdier er lavere enn de reelle. **Figur 7** og primærtabellene viser at det var en betydelig økning i både reaktivt og labilt aluminium fra stasjoner oppstrøms Storemyr til stasjonen nedstrøms. Økning i ikke-labilt aluminium videre nedover i elva skyldes trolig endringen i tilstandsform over tid. Verdiene for labilt aluminium (LAI) var langt over akseptabel grense for fisk ved flere anledninger gjennom hele undersøkelsesperioden.

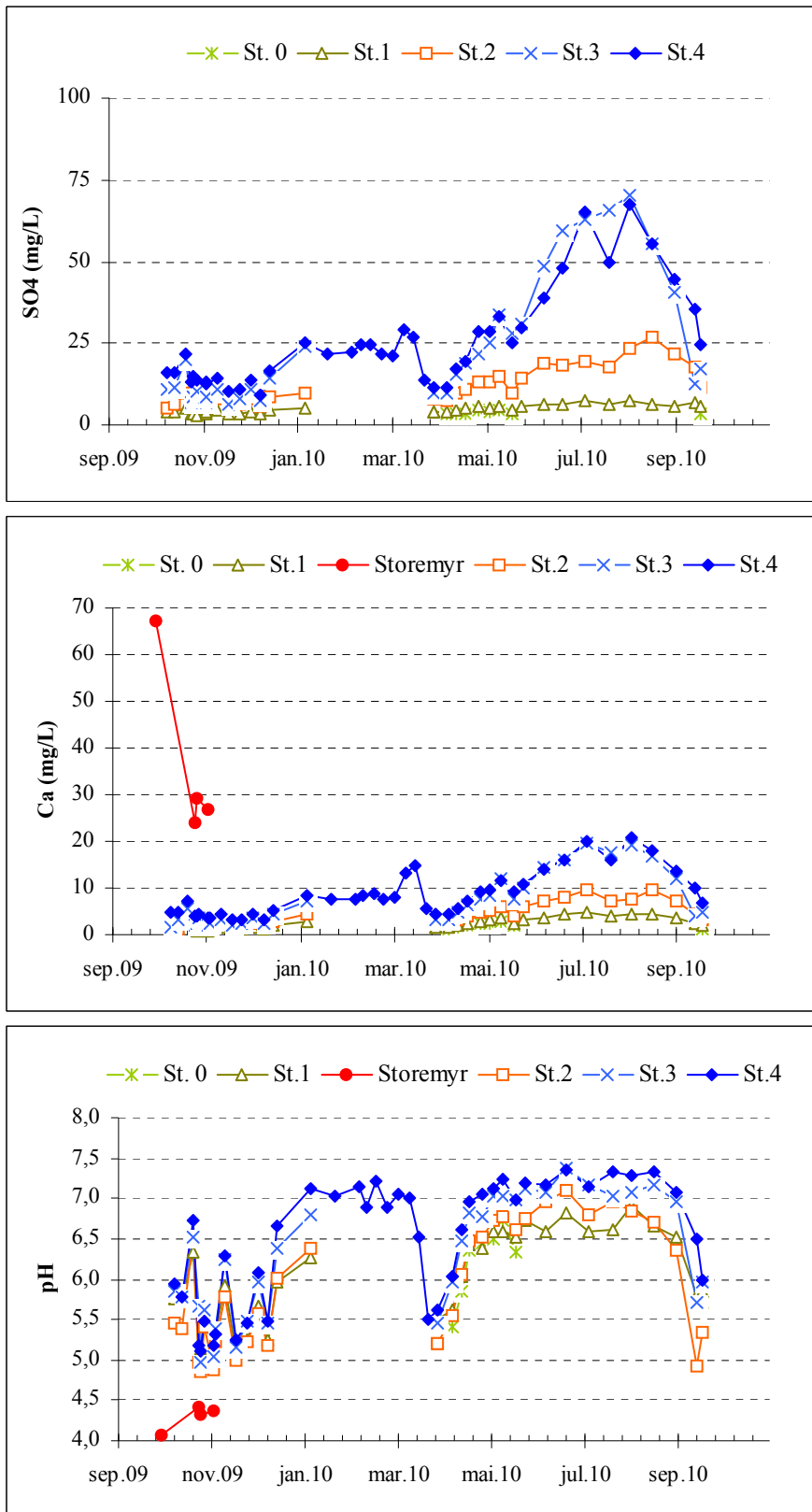
Det ble tatt tungmetallprøver i sju påfølgende uker på st. 0-4 våren 2010. Dette var en periode uten særlig nedbør, og forholdene for utvasking fra lokale tungmetallkilder har vært begrenset. Det ble derfor tatt en runde også den 18. september, og den gangen etter en regnværsperiode. Det er en tydelig økning i metallkonsentrasjonene for alle de målte tungmetallene mellom st. 1. Grimenesveien og st. 2. Hesthagen (**Figur 8** og **Figur 9**), og dette skyldes tilførselene fra Storemyr. Nivået avtar ikke videre nedover elvestrengen mot utløpet. For kobolt og nikkel var det også en klar økning fra st. 3. Fyresmoen og ned til utløpet. Det er derfor kilder til tungmetaller også i nedre del. I kartleggingen til NGU omkring 1990 ble det påpekt forurenset grunn ved Stansefabrikkens område ved Tingsaker, men vi har ikke gjort noen nærmere kartlegging av kilder.

Det ble tatt prøver for analyse av jern på enkelte stasjoner i 2009, i tillegg til de åtte rundene på st. 0-4 våren 2010 (**Figur 10**). For jern er det også et tydelig påslag mellom st. 1 og 2 i 2010, men jern avtar igjen mot st. 3 og ytterligere ned mot utløpet. Dette skyldes at jernet felles raskt ut. Utfellingene skjer på overflater i elva, også på biologiske, slik som fiskegjeller. Prøven fra Storemyr i september 2009 viste en verdi på over 4000 µg/L, men de tre andre prøvene herfra seinere på høsten hadde lavere konsentrasjoner (200-300 µg/L).

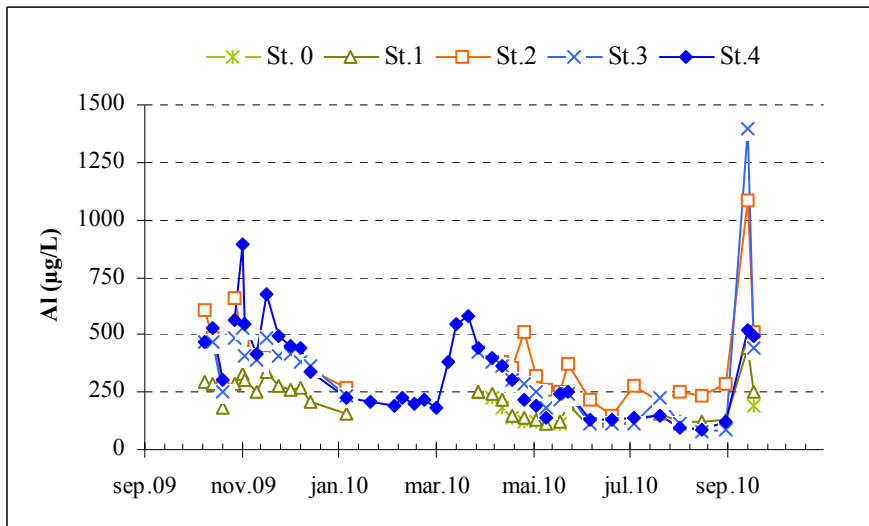
Jern- og mangannivåene er i området mindre god (klasse III) til dårlig (klasse IV) i henhold til SFT-veilederen fra 1997 (**Tabell 3**). For de øvrige metallene (kobolt er ikke oppgitt i veilederen) er tilstanden i Moelva fra Storemyr og ned til utløpet markert (klasse III) til sterkt (klasse IV) forurenset.

Tabell 3. Tilstandsklasser etter SFT-veilederen fra 1997, der klasse I er meget god og klasse V er meget dårlig tilstand (for jern og mangan) og hhv. ubetydelig forurenset og meget sterkt forurenset for de fire øvrige metallene.

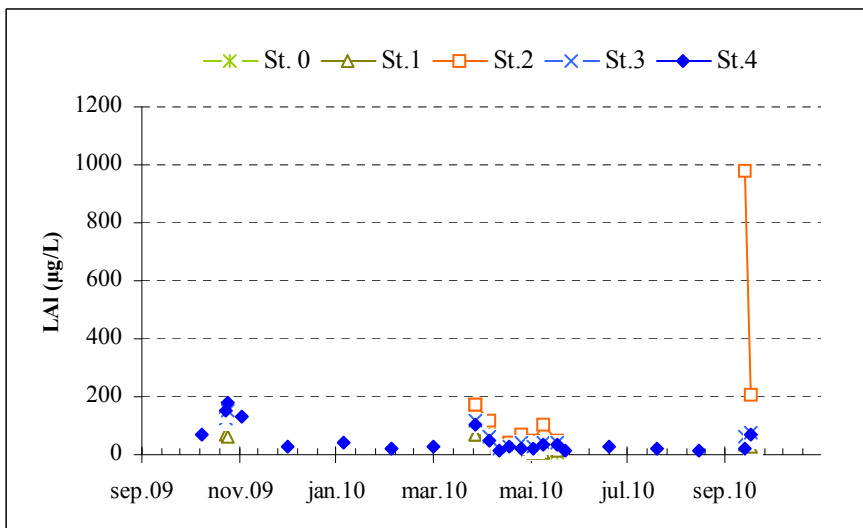
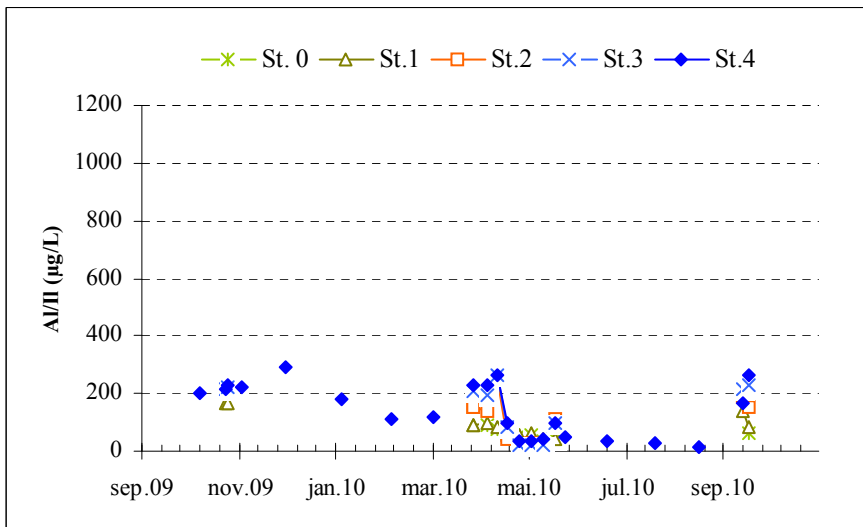
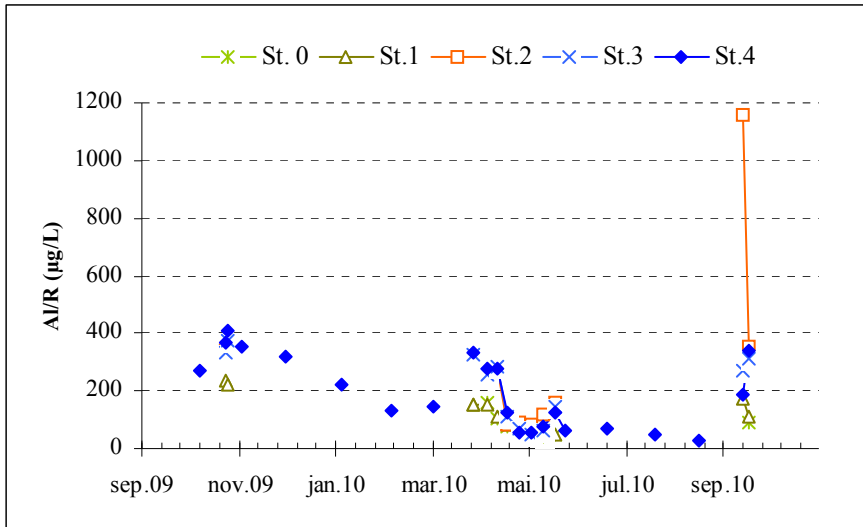
Tilstandsklasser →	I	II	III	IV	V
Jern (µg/L)	<50	50-100	100-300	300-600	>600
Mangan (µg/L)	<20	20-50	50-100	100-150	>150
Kadmium	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>4
Kopper	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
Nikkel	<0,5	0,5-2,5	2,5-5	5-10	>10
Sink	<5	5-20	20-50	50-100	>100



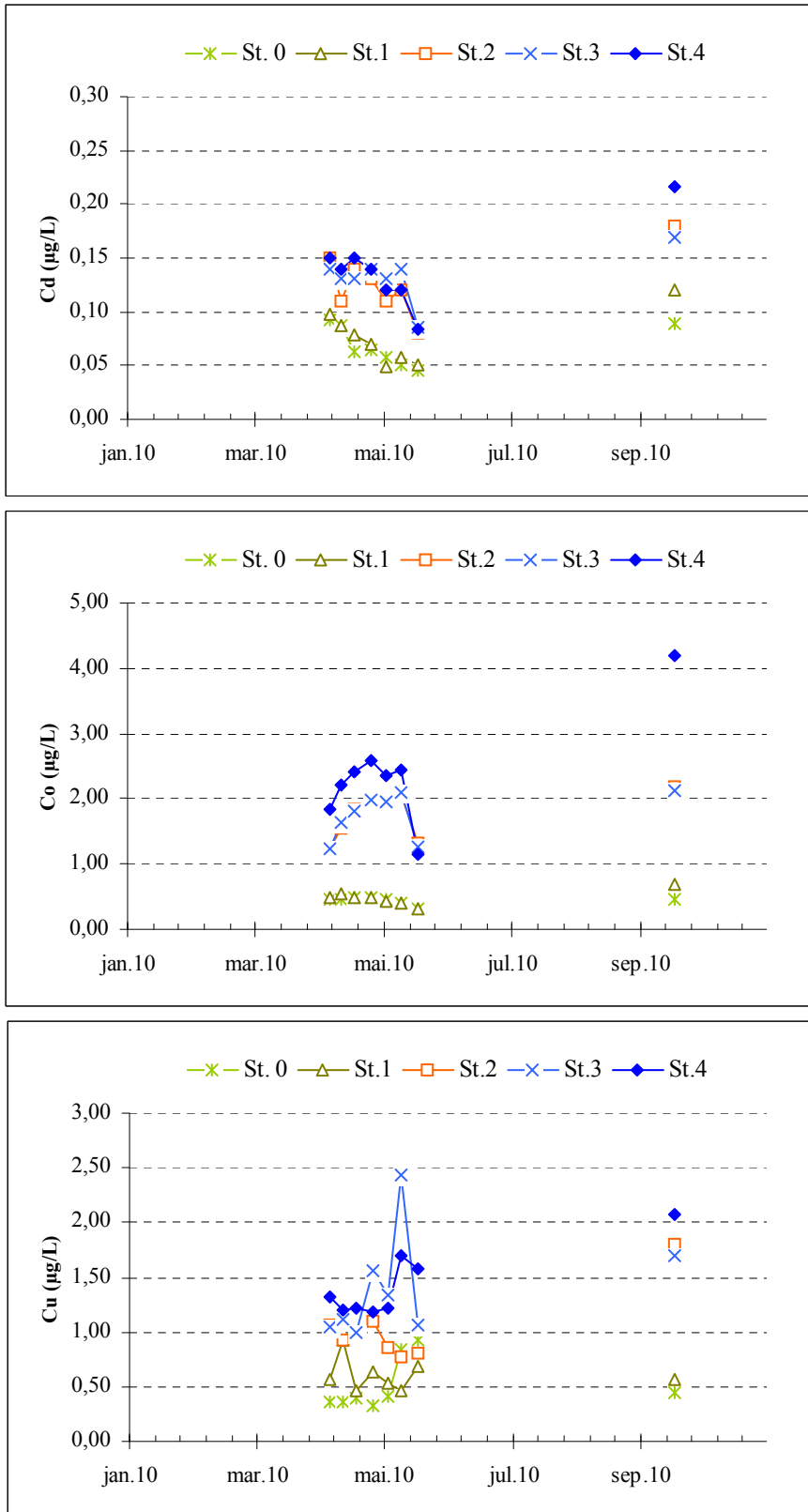
Figur 5. Utvikling i sulfat, kalsium og pH i perioden oktober 2009 til september 2010 på st. 0-4 samt fire prøver fra Storemyr høsten 2009. Stasjon 0 er prøvetatt fra april 2010.



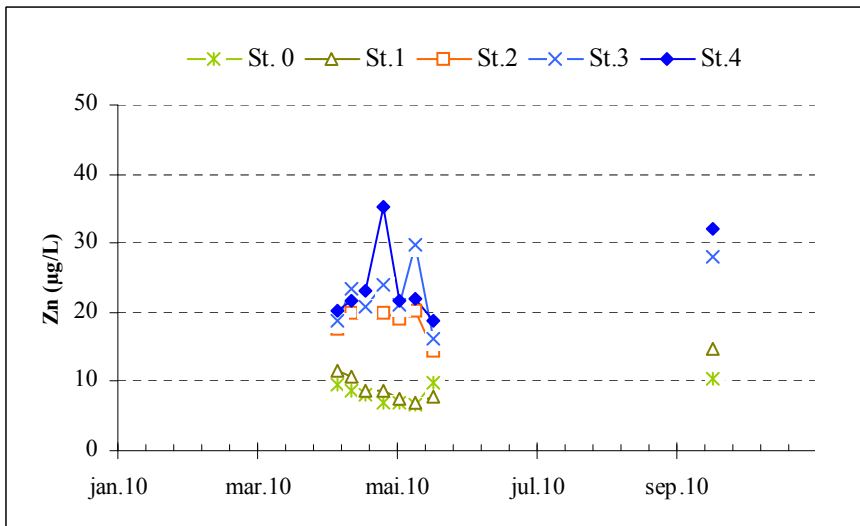
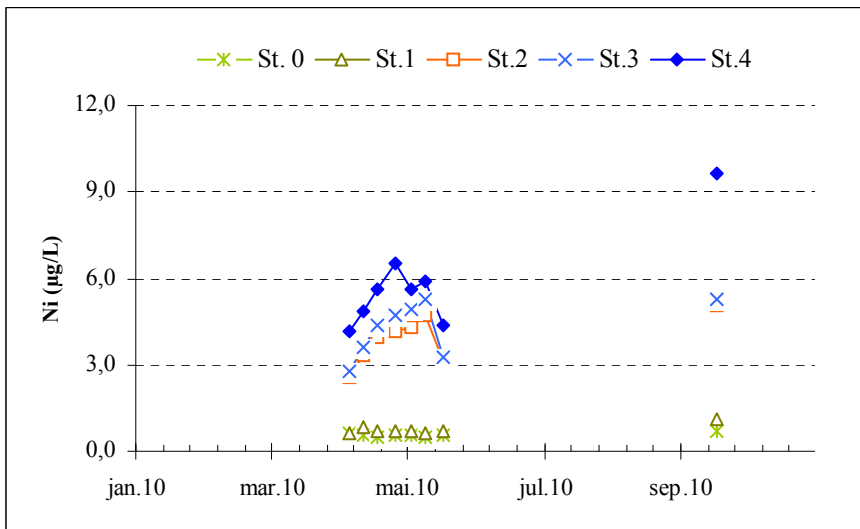
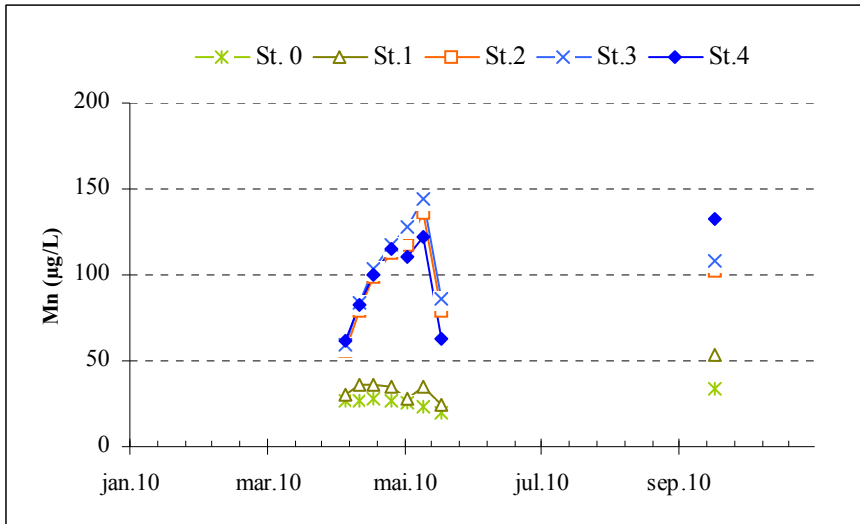
Figur 6. Utvikling i total aluminium for prøver tatt i perioden oktober 2009 til september 2010 på st. 0-4.



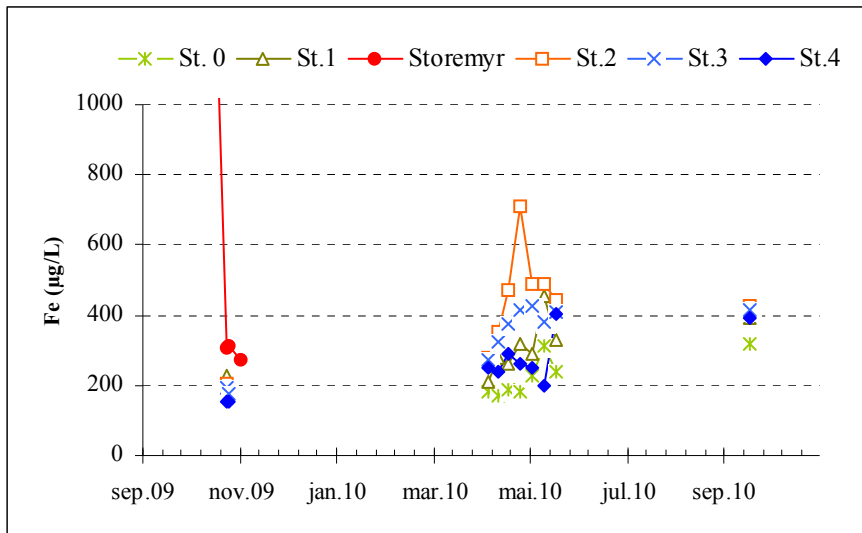
Figur 7. Aluminiumsfraksjoner (reaktivt aluminium, ikke-labilt aluminium og labilt aluminium) er vist for st. 0-4 fra oktober 2009 til september 2010.



Figur 8. Tungmetallene kadmium, kobolt og kopper i prøver fra st. 0-4 i 2010.



Figur 9. Tungmetallene mangan, nikkel og sink i prøver fra st. 0-4 i 2010.



Figur 10. Jern målt i prøver fra st. 0-4 og Storemyr i 2009 og 2010.

Næringsstatus

Moelva hadde i perioder et tilsynelatende høyt innhold av næringsstoffer (**Figur 11**), men holder vi oss til grensen mellom god og moderat tilstand i henhold til Klassifiseringsveilederen, er tilstanden på den akseptable siden for total fosfor. Dette gjelder uansett om Moelva typifiseres som klar eller humøs, jfr. vassdragskarakteriseringen innledningsvis. Men for total nitrogen er tilstanden dårlig, og det kreves tiltak hvis en vil oppnå god tilstand. Selv om noe av nitrogenet trolig er bundet til humus, er konsentrasjonene av nitrat i nedre del også høye (500-1000 µg N/L).

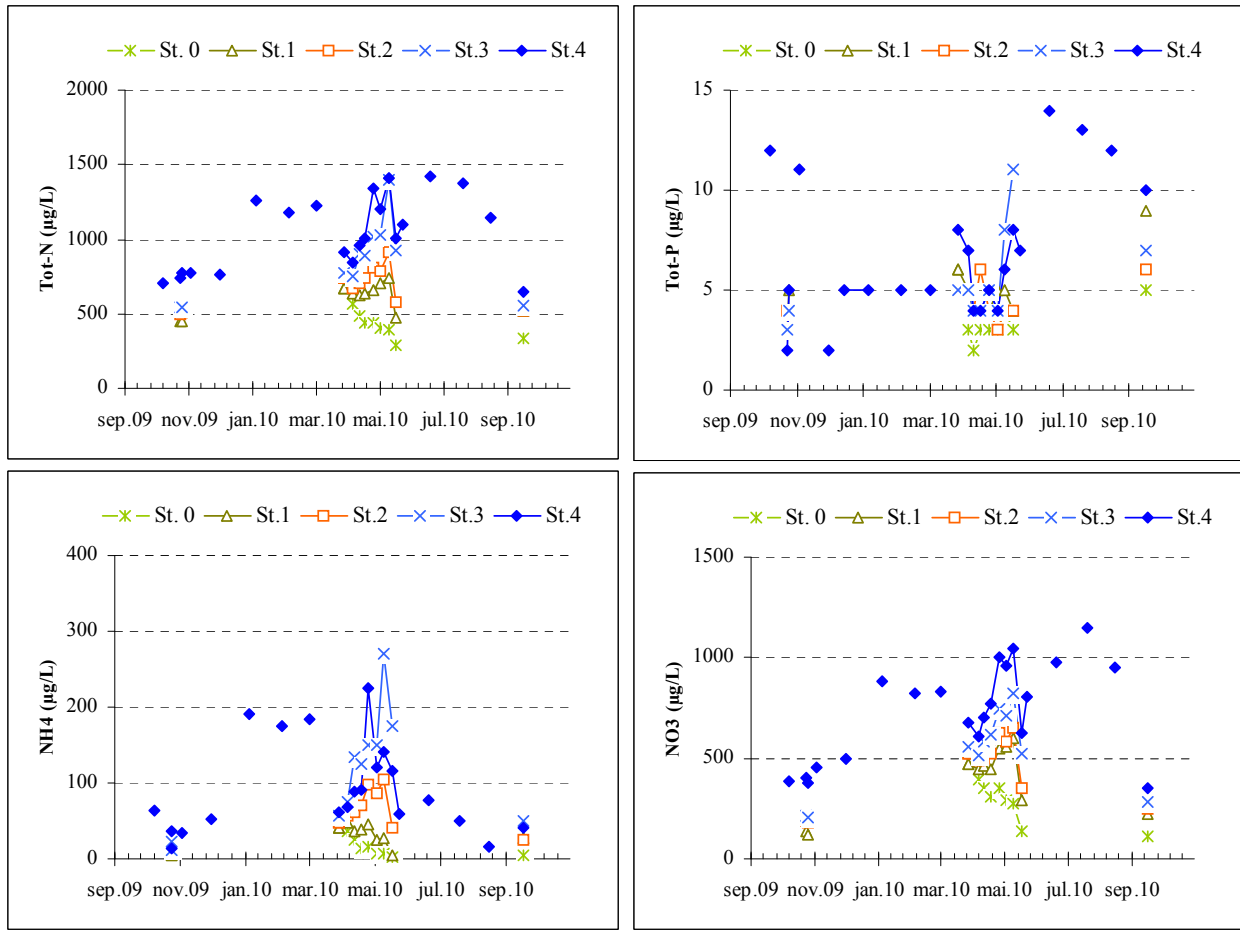
Som del av dette prosjektet har vi gjennomgått vannkjemiske analyseresultater fra undersøkelser knyttet til avfallsplasser langs Moelva. Disse dataene må imidlertid stedfestes og systemiseres bedre hvis de skal gi en nytte utover det som er presentert her.

Passiv prøvetaking

Bruk av DGT-prøvetakere i dette prosjektet gir resultater for metallene Al, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni og Zn (**Tabell 4**). Alle metallene unntatt Cu viser relativt høye konsentrasjoner. Den øverste stasjonen (st. 0) har vesentlig lavere nivåer enn de andre. For metallene Cd, Cu, Zn og Co er tendensen slik at konsentrasjonen øker nedover i vassdraget (fra stasjon 0-4). Det samme gjelder også for Mn våren 2010. Vannet blir altså tilført betydelige mengder tungmetaller fra lokale kilder i nedbørfeltet over hele den undersøkte strekningen.

Den DGT-labile konsentrasjonen av Al, Cd, Cu og Fe var høyere høsten 2009 enn våren 2010, mens situasjonen var omvendt for Mn (**Tabell 4**). For Zn, Co og Ni var det ingen vesentlige forskjeller mellom de to tidsrommene. Første eksponeringstidsrom sammenfalt med høstflommen, og det ble da registrert pH-verdier ned mot 5,0. Eksponeringen våren 2010 skjedde under betydelig tørrere forhold og pH nederst i vassdraget var da over 7,0 (**Figur 5**). Dette gjenspeiles delvis i forholdet mellom den løste fraksjonen som fanges opp av DGT-prøvetakeren og de totale konsentrasjonene som ble målt i vassdraget. Men for Cd, Zn, Mn, Co og Ni var DGT-andelen forholdsvis stor selv ved høy pH i elva.

Forskjellene i pH forklarer hvorfor Al og Fe var høyere høsten 2009 enn våren 2010: Ved pH under 5,5 foreligger mye Al som positivt ladete, uorganiske former som blir tatt opp i DGT-prøvetakeren, mens det er lite av slike former ved nøytral pH. Mesteparten av Fe som blir tatt opp i DGT-prøvetakeren, foreligger i toverdige oksidasjonstilstand fordi treverdige Fe er svært lite løselig ved pH-verdier over 3. Oksidasjonen av toverdige jern går svært langsomt (halveringstid på flere måneder) selv



Figur 11. Total fosfor, total nitrogen, ammonium og nitrat i prøver fra st. 0-4 fra oktober 2009 til september 2010.

i oksygenrikt vann ved pH ned mot 5,0, men svært fort (halveringstid i størrelsesorden minutter) ved nøytral pH. Resultatene fra våren 2010 tyder på at vannet blir tilført toverdige Fe i øvre del av den undersøkte strekningen (etter stasjon 0), men at dette oksiderer og kan felles ut på vei nedover vassdraget.

De høye konsentrasjonene av DGT-labil metall tyder på at vannet var giftig for fisk under høstflommen i 2009. Aure, som regnes som mer robust enn laks, ble for eksempel svært stresset av én ukes eksponering for bare halvparten av de DGT-labile konsentrasjonene av Al som ble observert over 18 dager i Moelva høsten 2009 (Røyset m. fl. 2005). Høye konsentrasjoner av Fe er også giftig for fisk når vann med mye toverdige Fe blir oksidert til treverdige (noe som for eksempel inntreffer ved pH-økning i surt vann med mye toverdige jern) (Teien m. fl. 2008). Konsentrasjonene av Zn og Cd grenser til nivåer hvor toksiske effekter på følsomme vannlevende organismer ikke kan utelukkes (EU 2007; 2008).

Tabell 4. Tidsintegrert konsentrasjon av DGT-labil metall, og hvor stor prosentandel den utgjør av gjennomsnittlig totalkonsentrasjon i vannprøver fra samme tidsrom.

Dato	Stasjon	Al		Cd		Cu		Fe		Zn		Mn		Co		Ni	
		µg/l	%	µg/l	%	µg/l	%	µg/l	%	µg/l	%	µg/l	%	µg/l	%	µg/l	%
06/11/2009 til	1	108		0,092		0,12		120		12		13		0,16		0,72	
	2	192		0,091		0,36		170		14		13		0,42		2	
24/11/2009	3*	210		0,13		0,41		170		19		15		0,72		2,7	
	4	200		0,15		0,53		110		21		11		1,6		5,2	
07/05/2010 til	0	10	9	0,027	53	0,054	7	5,4	2	3,3	43	11	48	0,19	48	0,32	60
	1	18	15	0,039	75	0,098	17	59	16	11	148	17	58	0,23	59	3,7	558
18/05/2010	2	18	6	0,074	72	0,18	22	38	8	12	67	69	62	1,1	62	2,6	64
	3	10	5	0,058	49	0,11	7	13	3	14	63	64	54	0,93	52	2,4	53
	4	19	10	0,087	81	0,22	15	2,9	1	15	72	81	82	1,6	81	3,5	66

*Resultatene fra en prøvetaker som ble eksponert parallelt, ble forkastet fordi verdiene tydet på at vann hadde lekket inn til chelexgelen.

Gjellemetaller

Primærtall med middelveier og standardavvik for gjelle-metallene Al, Cu og Fe er gitt i **Tabell 5**. Konsentrasjonene av gjelle-metaller var gjennomgående høye, samtidig som det var stor spredning i konsentrasjon innenfor en stasjon. Spredningen var størst på den øverste stasjonen.

Det gjennomgående mønsteret var at konsentrasjonene på st.1 Grimenesveien var klart lavere enn det som ble målt nedstrøms Storemyr (st.2 Hesthagen og st.3 Fyresmoen), og at konsentrasjonene sank fra st. 2 og ned til st.4 ved utløpet. Ved utløpet var konsentrasjonene for de tre gjelle-metallene lavere (Al og Fe) eller lik (Cu) sammenliknet med konsentrasjonene på st.1. Det var bemerkelsesverdig at Cu økte fra st. 2 og ned til st. 3.

Konsentrasjonene på st. 1 representerer sannsynligvis dagens tilstand inklusive påvirkningen av sur nedbør. Vi kan heller ikke utelukke en påvirkning fra aktive og nedlagte avfallsplasser oppstrøms.

Etter en klar økning for alle de tre metallene ved st. 2 Hesthagen, avtok konsentrasjonene videre nedover i vassdraget. Denne reduksjonen skyldes mindre metalltilførsler, den generelle bedringen av vannkvaliteten, og at den aktive konsentrasjonen av metaller i ellevannet dermed avtok. Metallutfellingen på fiskegjeller avtar tilsvarende. På denne tiden var vannet humøst, og det er grunn til å tro at endringen i metallenes tilstandsform er raskere enn for eksempel om våren når vannet er langt klarere i Moelva.

Reduksjonen i gjelle-metaller nedover i vassdraget, spesielt ned mot utløpet, viser at den økningen som ble observert i vannprøvene kan være av mindre betydning for fisk. Men dette kan, som indikert over, først og fremst gjelde om høsten og i mindre grad når vannet er klarere.

Det er ikke laget kvalitetsnormer for gjelle-metaller for aure. Erfaringsmessig akkumulerer aure Al på gjellene som laks, men tolererer en høyere konsentrasjon. Basert på laksunger før smoltstadiet (lakseparr), er det kun nivåene målt ved st.2 Hesthagen som vil være dødelige. Basert på kriterier utarbeidet for laksesmolt, vil nivået på st.3 også være dødelig (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009). Målingene på øverste og nederste stasjon ville imidlertid påvirket saltvannstoleransen til laksesmolt hvis det hadde stått laksesmolt i disse områdene. I hvilken grad fisken påvirkes er ikke undersøkt med fysiologiske metoder.

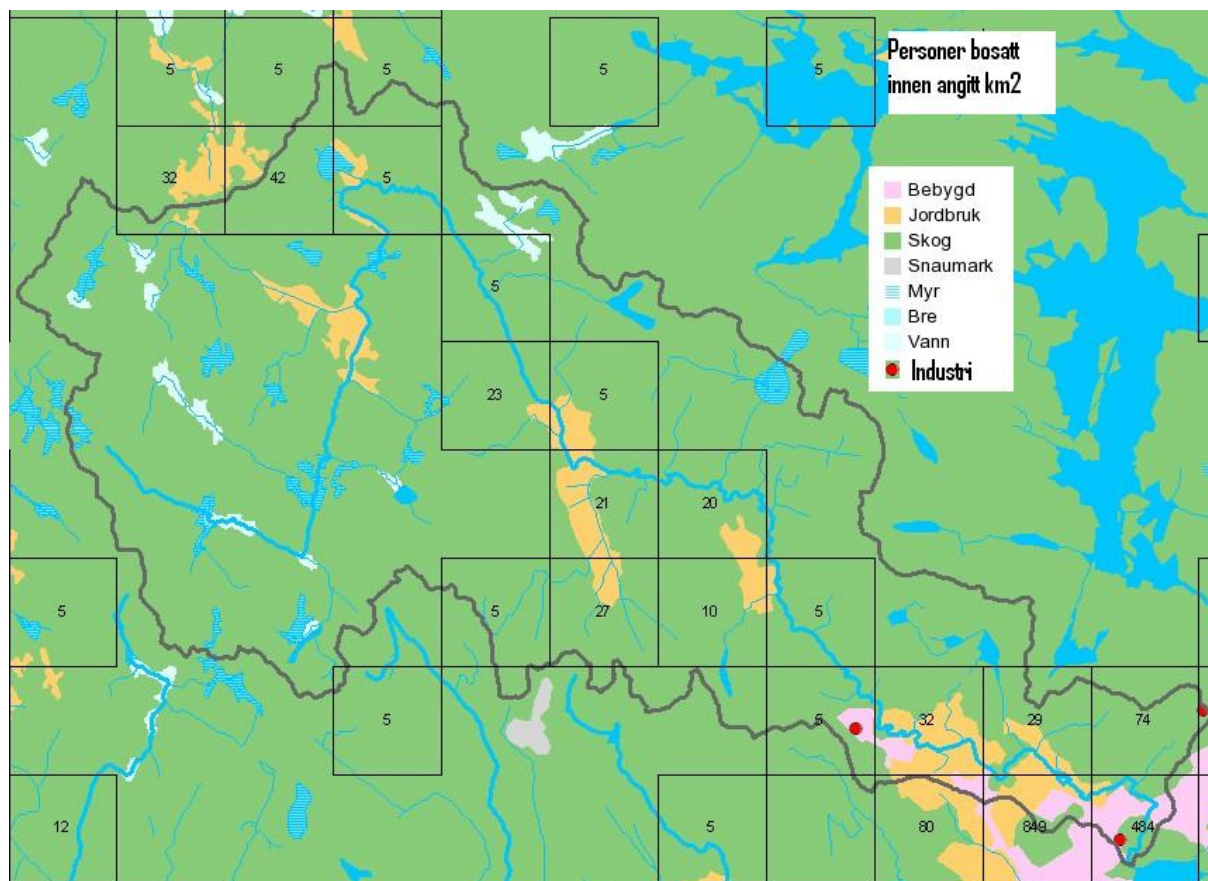
Verdiene for gjelle-Al og gjelle-Fe er ikke akseptable. Verdiene nedstrøms Storemyr vil trolig ikke være dødelige for sjøauresmolt, men kan gå ut over fiskens vekst og alder ved smoltifisering.

Tabell 5. Analysedata for gjellemetaller. Prøvetakingsdato var 14.10.2009 og ble utført i forbindelse med elektrisk fiske.

Gjellenr.	Stasjon	Gjellevekt g	Al (µg/g)	Cu (µg/g)	Fe (µg/g)
aw258	St. 1 Grimenesveien	0,0022	371	4,0	762
aw259		0,0093	62	1,0	241
aw260		0,0061	97	1,6	382
aw261		0,0059	89		238
aw262		0,0024	578	4,6	1603
aw263		0,0322	281	2,0	542
		middel		246	2,6
	st.avvik		204	1,6	517
aw 264	St. 2 Hesthagen	0,0141	393	2,7	589
aw 265		0,0101	1223	3,9	766
aw 266		0,0121	698	5,1	629
aw 267		0,0028	942	5,2	1118
aw 268		0,0025	1371	6,7	1658
aw 269		0,0013	729	9,3	1417
		middel		893	5,5
	st.avvik		362	2,3	442
aw271	St. 3 Fyresmoen	0,0020	526	3,5	532
aw272		0,0008	357	14,3	909
aw273		0,0038	412	5,9	544
aw274		0,0013	683	8,3	802
aw275		0,0005	783	20,1	1317
		middel		552	10,4
	st.avvik		179	7	322
aw276	St. 4. Tingsaker	0,0127	133	3,2	327
aw277		0,0226	85	2,0	270
aw278		0,0126	138	2,3	429
aw279		0,0068	87	2,5	294
aw280		0,0055	153	3,1	367
aw283		0,0054	108	3,9	375
		middel		117	2,8
	st.avvik		29	0,7	58

4.2 Beregning av næringsstofftilførsler med TEOTIL

Moelvas nedbørfelt er 35 km². Skog, fjell/snaumark og innsjøer utgjør henholdsvis 32,4 km², 0 km² og 0,70 km², mens dyrket mark og bebygd areal utgjør 2,2 km² og 0 km². Det vil si at størstedelen av nedbørfeltet er uberørt skog og mark. Avrenning fra de drenerte torvområdene i øvre del (markert som jordbruk pga drenering og dyrking) er noe av årsaken til at vassdraget tidvis er humøst. Det dyrkede arealet er langs elva i de midtre og nedre delene av vassdraget (**Figur 12**). Det bor trolig 700-800 personer innenfor elvas nedbørfeltgrenser.



Figur 12. Moelva med markslag (fargekoder) og befolkning (antall personer i kvadrater).

Beregningene med TEOTIL viser at avrenningen fra uberørte områder er den klart største kilden til nitrogen i elva, mens befolkningen gir det største bidraget til fosfor (**Tabell 6**). Jordbruket bidrar med 10-15% av næringsstofftilførselen.

Tabell 6. Tilførsler av nitrogen og fosfor pr. kilde for Moelva (tonn/år).

Kilde	Tonn N/år	Tonn P/år
Jordbruk	3,3	0,14
Befolkning	8,4	0,64
Industri	0	0
Naturlig	20,8	0,23
Total tilførsel	32,5	1,01

Årlig transport av fosfor og nitrogen ved utløpet av Moelva ble beregnet til å være hhv 1,0 og 32,5 tonn. Årsmiddelkonsentrasjonene for total fosfor og total nitrogen blir da 20-30 µgP/l og 750-1000 µgN/l, avhengig av de årlige vannmengdene. Dette stemmer bra med de målte konsentrasjonene for nitrogen, men svært dårlig for fosfor. Målingene av total fosfor i vassdraget viste at konsentrasjonene ikke har oversteg 15 µgP/l i undersøkelsesperioden. Vi tror derfor at det enten er en mindre andel av befolkningen som påvirker Moelva i nedre del enn det som er inkludert i modellen (jfr. de nederste kvadratene i **Figur 12**), eller at det er større tilbakeholdelse av fosfor i vassdraget enn det som ligger til grunn i modellen.

Hvis en ønsker å redusere nitrogentilførselen til vassdraget, slik de forholdsvis høye måleverdiene nedstrøms st.1 Grimesveien kan gi grunnlag for, er det trolig sanering av tilførsler fra befolkningen

som bør ses på. Men før en eventuelt går videre med det, bør det gjøres en nærmere vurdering av reell belastning, slik som antydnet over.

4.3 Bunndyr

Klassifiseringsveilederen er brukt for fastsettelse av tilstand basert på bunndyr. Moelva er klassifisert som vanntype RN3, dvs. lavereliggende, kalkfattig og humøs elv. Da gjelder klassegrensene for EQR (Ecological Quality Ratio) for Raddumindeksene som vist i **Tabell 7**.

Tabell 7. Klassegrenser for EQR-verdier for Raddum indeks 2 (Vanntype RN3; lavereliggende, kalkfattig og humøs elv) og Raddum indeks 1 (like referanseverdier for alle vanntyper).

Klassegrenser for Raddum 2

Referanse-verdi	Svært god/ God	God/Moderat	Moderat/Dårlig	Dårlig/Svært dårlig
>1.33	1.33	1.00	0.67	0.33

Klassegrenser for Raddum 1

Referanse-verdi	Svært god/ God	God/Moderat	Moderat/Dårlig	Dårlig/Svært dårlig
>1	1	0.75	0.5	0.25

Alle stasjonene slår ut på Raddums forsuringindekser og indikerer dermed påvirkning (ikke nødvendigvis forsuring). Den forsuringfølsomme døgnfluen *Baetis rhodani* ble bare funnet ved St.0, og bare i høstprøven. Raddum 1 gir dermed verdi 1, og antyder liten eller ingen forsuringpåvirkning, mens Raddum 2 får en indeksverdi på 0,52, som antyder forsuring (**Tabell 8**). Tilhørende EQR verdi til Raddum 2 var 0,21 (RN3 – klassegrense absolutt-verdi 2,55), som medfører svært dårlig tilstand mht forsuring. Årsaken til den store forskjellen i indeksverdier for Raddum 1 og Raddum 2 er at det kun ble funnet ett individ av *B. rhodani* i prøven. Dette er unormalt lite når den resterende faunaen er som den er. Fravær av dette ene funnet ville gitt Raddum 1 = 0,5.

I de tilfellene hvor indeksverdiene for Raddum 1 viser 0,5 (**Tabell 8**; St.1 vår, og St.4 vår og høst), baseres verdiene på enkeltfunn av indikatorarter (*Tinodes waeneri* og *Isoperla* sp.). Man må derfor være forsiktig med å se kun på EQR-verdier for å finne trender i stasjonsnettet. Resultatet er likevel klart. Samtidlige stasjoner har en fauna som viser tydelig påvirkning av en eller flere stressfaktorer. Vassdraget er forsuret pga sur nedbør og avrenning fra utsprengt sulfidfjell, og er i tillegg belastet med metaller fra forurenset grunn, noe som gjenspeiles i den sterkt reduserte døgnfluefaunaen.

Fullstendig artsliste er gitt i **Tabell 9**.

Tabell 8. Indeksverdier for Raddum indeks 1 og 2 og EQR-verdier. Celler merket med * indikerer at det ikke er beregnet indeksverdier for Raddum 2 (Raddum 1 < 1). I de tilfellene hvor det er brukt Raddum indeks 2, er EQR beregnet ut fra referanseverdier til vanntypen RN3 (lavland, kalkfattig og humøs).

Indeks	Lokalitet Dato	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva
		07.05.2010	26.10.2010	07.05.2010	26.10.2010	07.05.2010	26.10.2010	07.05.2010	26.10.2010	07.05.2010	26.10.2010
Stasjon	St.0	St.0	St.1	St.1	St.2	St.2	St.3	St.3	St.4	St.4	
Raddum 1		0	1	0.5	0	0	0.25	0.25	0.5	0.5	
Raddum 2		*	0.52	*	*	*	*	*	*	*	
EQR		0	0.21	0.5	0	0	0	0.25	0.25	0.5	0.5

Tabell 9. Artsliste for bunndyr. Innsamling på stasjonene 0-4 skjedde 7. mai 2009 og 26. oktober 2010.

Gruppe	Taksa	Stasjonskode	Dato 7/5-10		Dato 26/10-10		Dato 7/5-10		Dato 26/10-10		Dato 7/5-10		Dato 26/10-10	
			Lokalitet	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva	Moelva
			St.0	St.0	St.1	St.1	St.2	St.2	St.3	St.3	St.4	St.4		
Bivalvia	Sphaeriidae								1	1				
Diptera	Diptera indet		1	1										
Diptera	Limoniidae/Pediciidae indet		1	1	2									
Diptera	Ceratopogonidae		2		2	1	16							
Diptera	Simuliidae		2	12	31	32					4			
Diptera	Chironomidae		6	5	22	19	176	24	8	9	12	24		
Diptera	Empididae			1			8			2	1			
Diptera	Tabanidae					2				1		1		
Diptera	Tipulidae indet							1	1	1				
Ephemeroptera	Baetis rhodani			1										
Ephemeroptera	Leptophlebia sp				4	5		3		5	1			
Ephemeroptera	Leptophlebiidae indet					1			1	4	1			
Ephemeroptera	Kageronia fuscogrisea									1				
Hydrachnidia	Hydrachnidia		2	1				1		1	2			
Megaloptera	Sialis sp			2		2		4						
Nematomorpha	Nematomorpha		1						1					
Odonata	Coldulegaster boltoni							1						
Odonata	Zygoptera indet							1						
Oligochaeta	Oligochaeta		4	4	17	10	4	12	10	37	7	5		
Plecoptera	Brachyptera risi		4		1				1		1	1		
Plecoptera	Siphonoperla burmeisteri		14	5	24	7		1	2	1		3		
Plecoptera	Isoperla sp			1										
Plecoptera	Nemoura avicularis			2		3		4				2		
Plecoptera	Protonemura meyeri			3							1	2		
Plecoptera	Leuctra sp			7	3	3		3			6	2		
Plecoptera	Leuctra hippopus			35		19		7		2		31		
Plecoptera	Isoperla grammatica				1									
Plecoptera	Nemoura cinerea							1						
Plecoptera	Nemoura sp									2		2		
Trichoptera	Polycentropodidae indet		1											
Trichoptera	Polycentropus flavomaculatus		1	2						1				
Trichoptera	Rhyacophila nubila		2	3	2	2					1			
Trichoptera	Chaetopteryx/Annitella			1										
Trichoptera	Tinodes waeneri			1							1	1		
Trichoptera	Limnephilidae indet						1			1				
Trichoptera	Plectrocnemia conspersa						1							2

4.4 Elva som fiskeelv

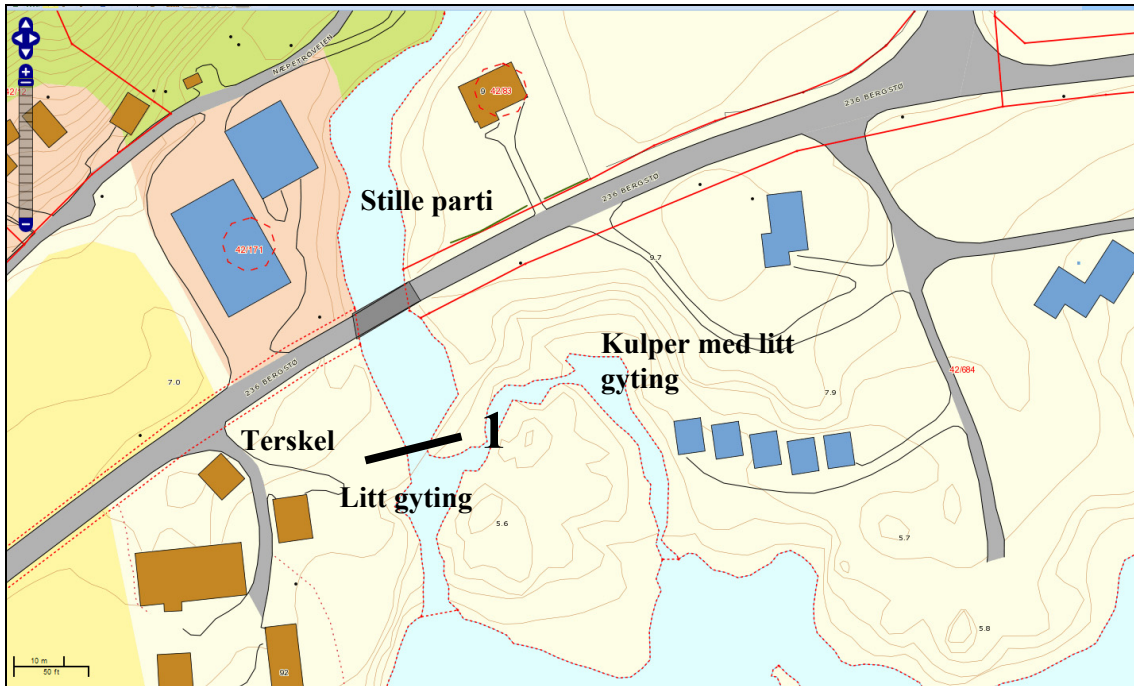
På slutten av 1800-tallet ble Moelva demmet opp i nederste del for sagbruksdrift. Men elva hadde fortsatt sjøaure fram til 1917, da Tingsakerfossen i samme område ble utbygd. Fire sagbruk, ei mølle og et kraftverk har vært i drift, kraftverket fram til 1970.

Moelva som fiskeelv er vurdert flere ganger. Elva ble i 1990 karakterisert som utilgjengelig for sjøaure pga vandringshinder i nederste del, bare 40 meter fra sjøen (Matzow m.fl 1990). Det ble samtidig påpekt at 9 km elvestrekning på oversiden er tilgjengelig for sjøauren hvis den kan forsere dette hinderet. Utnyttelse av dette potensialet ville føre elva opp blant de 10 mest verdifulle sjøaurebakkene i fylket.

I en utredning 10 år seinere (Simonsen 1999), er elva kartlagt nærmere, og flere vandringshindere ble identifisert i nederste del. I alt 16,5 km elvelengde og om lag 80.000 m² elveareal ble karakterisert. De beste gyteområdene ligger fra Storemyr og videre oppover mot Tveidemyrene, mens gode oppvekstområder finnes spredt langs det meste av elva. Bunnsubstratet i det meste av elva er sand og grus, spesielt i det forholdsvis store midtområdet med stilleflytende elv. Lav sommervannstand ble påpekt som en mulig begrensning for fiskeproduksjon.

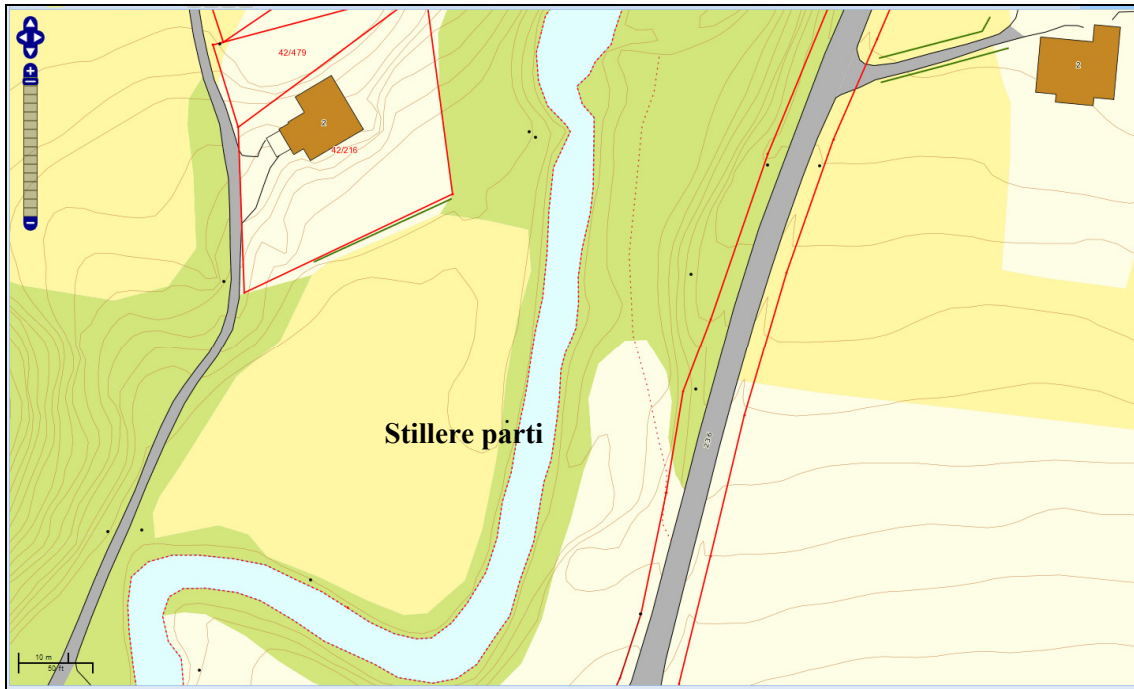
Det har lenge vært et stort ønske om å utnytte elvas sjøarepotensiale, og det ble innledet samarbeid mellom kommunen og Moelva fiskelag om dette på 1990-tallet. I 2004 hadde Lillesand kommune gjennomført flere tiltak for å gjøre elva tilgjengelig for sjøaure. Det ble blant annet bygget fisketrapper og dammer. Planen var å åpne sjørretfisket for publikum, men dette ble likevel ikke gjennomført etter den omfattende fiskedøden i august 2006.

Som del av foreliggende arbeid er de nedre delene av Moelva inspisert. Dette ble gjennomført den 15. oktober 2010 av Einar Kleiven ved NIVA og Alf Yngvar Bjørkestøl. Omtalen i teksten er i vesentlig grad basert på opplysninger fra Bjørkestøl, som kjenner elva og historien svært godt. I kartene under refererer punktene 1-6 seg til de punktene som er avmerket på kartet hos Simonsen (1999).

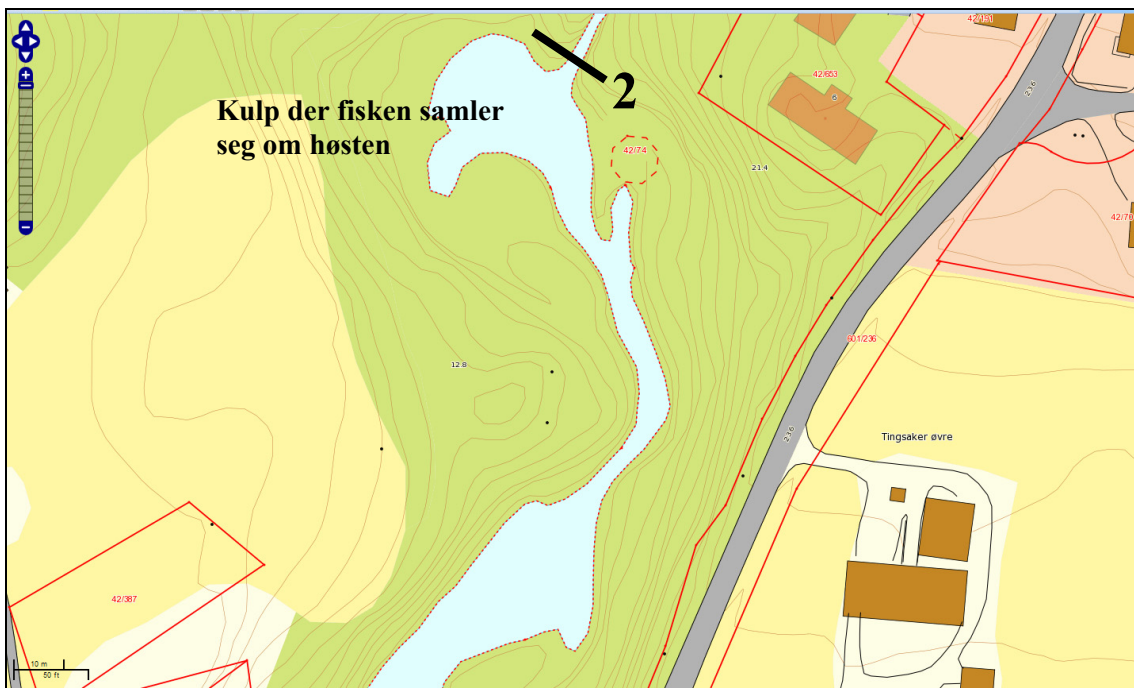


Figur 13. Utløpsområdet av Moelva.

I følge Simonsen (1999) var det tidligere et vandringshinder ved punkt 1 (**Figur 13**). Sjøauren har imidlertid sporadisk tatt seg lenger opp i elva, og må derfor ha kommet seg forbi dette hinderet. Lillesand kommune har bygget en terskel her som letter oppgangen av fisk. Fisk kan stå i småkulpene her i 1-1,5 uke før videre oppgang i elva. Videre oppover er det et stykke med stillere partier (**Figur 14**).

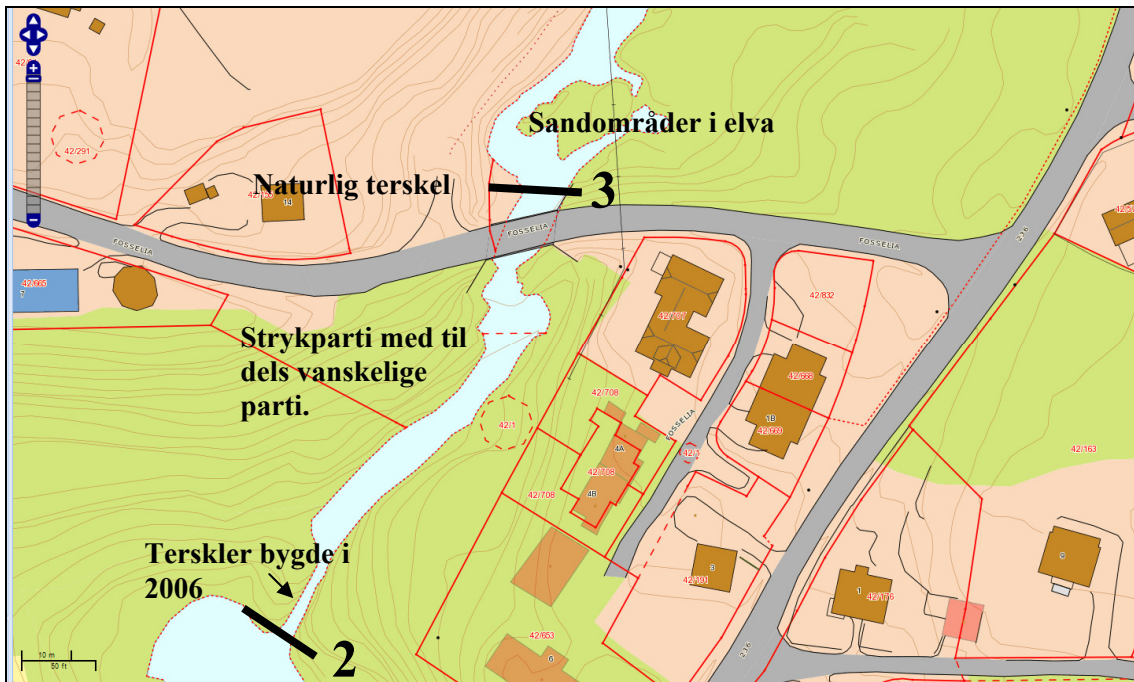


Figur 14. Området oppstrøms det som er avbildet i **Figur 13**.

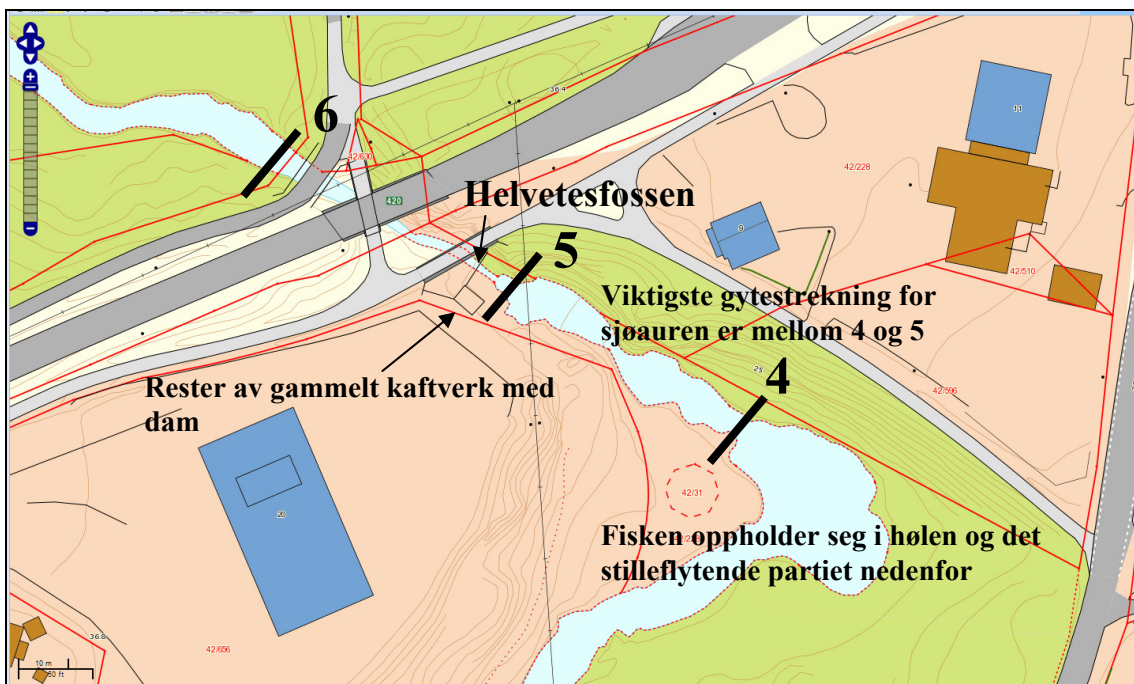


Figur 15. Området mellom det stille partiet i **Figur 14** og tidligere vandringshinder ved punkt 2.

Fra naturens side er det en kraftig renne i fjellet ovenfor punkt 2 i **Figur 15** og **Figur 16**. Her ble det i 2006 bygget flere terskler for at fisken skulle komme opp. I kulpen nedenfor samler det seg mye fisk. Nedenfor brua for vei i **Figur 16** er det et til dels vanskelig strykparti for fisk. På liten vannføring går fisken opp på vestsida. På større vannføringer blir det for stridt her, så den går opp på østsida. I den nedre delen kan fisken bare gå på østsida.



Figur 16. Området mellom punkt 2 og 3.



Figur 17. Moelva umiddelbart nedstrøms gamle E18 ved Tingsaker rett vest for Tingsakerkrysset.

Punkt 3 i **Figur 16** representerer en naturlig, lav terskel. Oppstrøms er det sandområder, som blant annet gjør det lett å observere fisk.

Mellom punktene 4 og 5 (**Figur 17**) er den viktigste gytestrekningen for sjøauren i nedre del av Moelva. Strekningen starter oppstrøms en stor kulp. Punkt 5 representerer overgangen til kulpen under Helvetesfossen. Oppstrøms dette punktet, står restene av dammen til det kraftverket som ble nedlagt i 1970. Den nedre delen av damfundamentet er åpnet ved boring og sprengning slik at fisken nå kan ta seg opp forbi fossen.

Ved punkt 6 er det overgang til de stille partiene videre oppover i elva. Kvernfossen om lag en kilometer høyere oppe kan representere et vandringshinder, iallfall ved lave vannføringer.

De utbedringene som det er redegjort for her har resultert i at hele elvas potensiale som sjøaureelv nå kan utnyttes. Moelva fiskelag overvåker oppvandringen ved regelmessige tellinger. Sjøauren kan muligens gå helt opp til Tveide, og elva er karakterisert som viktig gyteområde for sjøaure av Fylkesmannen i Aust-Agder og også av Birkenes kommune (øverste del). Elva er inkludert i regionalt miljøprogram for jordbruket i Aust-Agder.

4.5 Elektrisk fiske

Elektrisk fiske ble gjennomført den 14. oktober 2009 og 22. oktober 2010. Alle data er gitt i **Tabell 10**. I 2009 var det relativt stor vannføring under elfisket, mens det var relativt liten vannføring under fisket i 2010. Det ble fisket på de samme stasjonene som er prøvetatt vannkjemisk, med unntak av stasjon 0, men med noe tilpassning til egnede fiskehabitater.

Elfisket i 2009: På st. 1 ble det fanget 9 aure, som var fra 6,1 til 23,3 cm. Det ble fanget 7 yngel. Det ble også fanget en bekkerøye på 18,8 cm. Det ble tatt gjeller av 6 fisker med lengde 6,7-19,4 cm. På st. 2 ble det fanget 8 aure, på 6,1 og 13,5 cm. Det ble også fanget en bekkerøye på 9,3 cm. Det ble tatt gjelleprøver av 6 fisker med lengde 7,3-13,5 cm. På st. 3 ble det fanget 5 aure, på 5,3 til 6,9 cm. Det ble tatt gjelleprøver av alle. På st. 4 ble det fanget 14 aure, fra 4,0 til 43,0 cm (**Figur 18**). Bare 2 av fiskene var yngel. De 2 største fiskene på 40,0 og 43,0 cm var sjøaure som stod på elva. Det ble tatt gjelleprøver av 6 fisker (7,3-13,5 cm).

Elfisket i 2010: Overfisket areal i 2010 var 110 eller 234 m² på hhv. de tre nederste stasjonene og st. 1. På st. 1 ble det fanget 7 aure, som var fra 6,9 til 25,3 cm. Det ble bare fanget 3 yngel. De fleste fiskene stod inne under elvekanten. På st. 2 ble det fanget bare 2 aure, på 6,4 og 14,0 cm. På st. 3 ble det fanget bare 3 aure, på 13,0, 13,8 og 14,7 cm. Alle de tre fiskene hadde mindre deformiteter i sporden ved at den var litt forkortet. På st. 4 ble det fanget 15 aure fra 6,0 til 48,8 cm (**Figur 18**). Bare 5 av fiskene var yngel. De tre største fiskene på 38,8, 41,3 og 48,8 cm var sjøaure som sto på elva.

Begge årene var det for lite yngel på de undersøkte stasjonene til at en kunne beregne tetthet, og det er liten tvil om at tettheten er svært lav.

Stasjon 1 ligger i et område i elva som er karakterisert som godt gyte- og oppvekstområde, mens stasjon 2 og 3 ligger i et område med reduserte muligheter for gyting, men med gode oppvekstforhold (Simonsen 1999). Områdene nedstrøms veien inn til Kverndalen fra Møglestu er svært lite egnet til gyting, men har gode oppvekstforhold. Simonsen fant at vassdraget totalt sett har 16 km elvestrekning med stein og grussubstrat i 30% av elvearealet. Det er strykpartier i noe over 10% av arealet.

I og med at sjøaurebestanden trolig ikke har hatt anledning til å etablere seg godt i elva så få år etter at vandringshinderene i nedre del ble tatt vekk, skal en ikke forvente å finne en god sjøaurebestand i elva. Det kan også være at sjøauren sliter med å passere et mulig vandringshinder ved Kverndalen, iallfall ved lav vannføring (ikke vurdert nærmere her). Det vil i så fall bety at den ikke kan nyttiggjøre seg av gyte- og oppvekstarealer oppstrøms. Hesthagenfossen ved st. 2 kan også være et vandringshinder for sjøaure, i følge Simonsen (1999). Potensialet for sjøaure er imidlertid vurdert som godt, men det forutsetter at den kan nyttiggjøre seg av gytearealene i mellompartiet, eventuelt enda høyere oppe i vassdraget.

På den annen side ville vi forvente en god, stasjonær aurebestand i vassdraget, i og med at det i store deler er gode og til dels svært gode oppvekstforhold og at det i mellompartiet og særlig i øvre deler også er gode gytearealer.

Tabell 10. Resultater fra elektrisk fiske i Moelva i 2009 og 2010.

Dato: 14. oktober 2009

Dato: 22. oktober 2010

St. 1. Grimenesveien

Nr.	Fiskeart	Lengde
1	Aure	6,7
2	Aure	8
3	Aure	7,7
4	Aure	7,3
5	Aure	7,3
6	Aure	19,4
7	Aure	6,4
8	Aure	6,1
9	Aure	23,3
10	Bekkerøye	18,8

St. 1. Grimenesveien

Nr.	Fiskeart	Lengde
1	Aure	12,2
2	Aure	25,3
3	Aure	16,2
4	Aure	15,5
5	Aure	7,4
6	Aure	8,1
7	Aure	6,9

Ingen fangst 2. elfiskerunde

St. 2. Hesthagen

Nr.	Fiskeart	Lengde
1	Aure	13,3
2	Aure	13,2
3	Aure	13,5
4	Aure	8,2
5	Aure	8,1
6	Aure	7,3
7	Aure	6,1
8	Aure	7,3
9	Bekkerøye	9,3

St. 2. Hesthagen

Nr.	Fiskeart	Lengde
1	Aure	6,4
2	Aure	14

St. 3. Fyresmoen

Nr.	Fiskeart	Lengde
1	Aure	6,9
2	Aure	5,5
3	Aure	6,8
4	Aure	6
5	Aure	5,3

St. 3. Fyresmoen

Nr.	Fiskeart	Lengde
1	Aure	13
2	Aure	13,8
3	Aure	14,7

St. 4. Tingsaker

Nr.	Fiskeart	Lengde
1	Aure	14,2
2	Aure	15,9
3	Aure	12,8
4	Aure	10,4
5	Aure	10,3
6	Aure	9,3
7	Aure	4
8	Aure	4,3
9	Aure	25,2
10	Aure	13,7
11	Aure	16,8
12	Aure	15
13	Aure	40
14	Aure	43

St. 4. Tingsaker

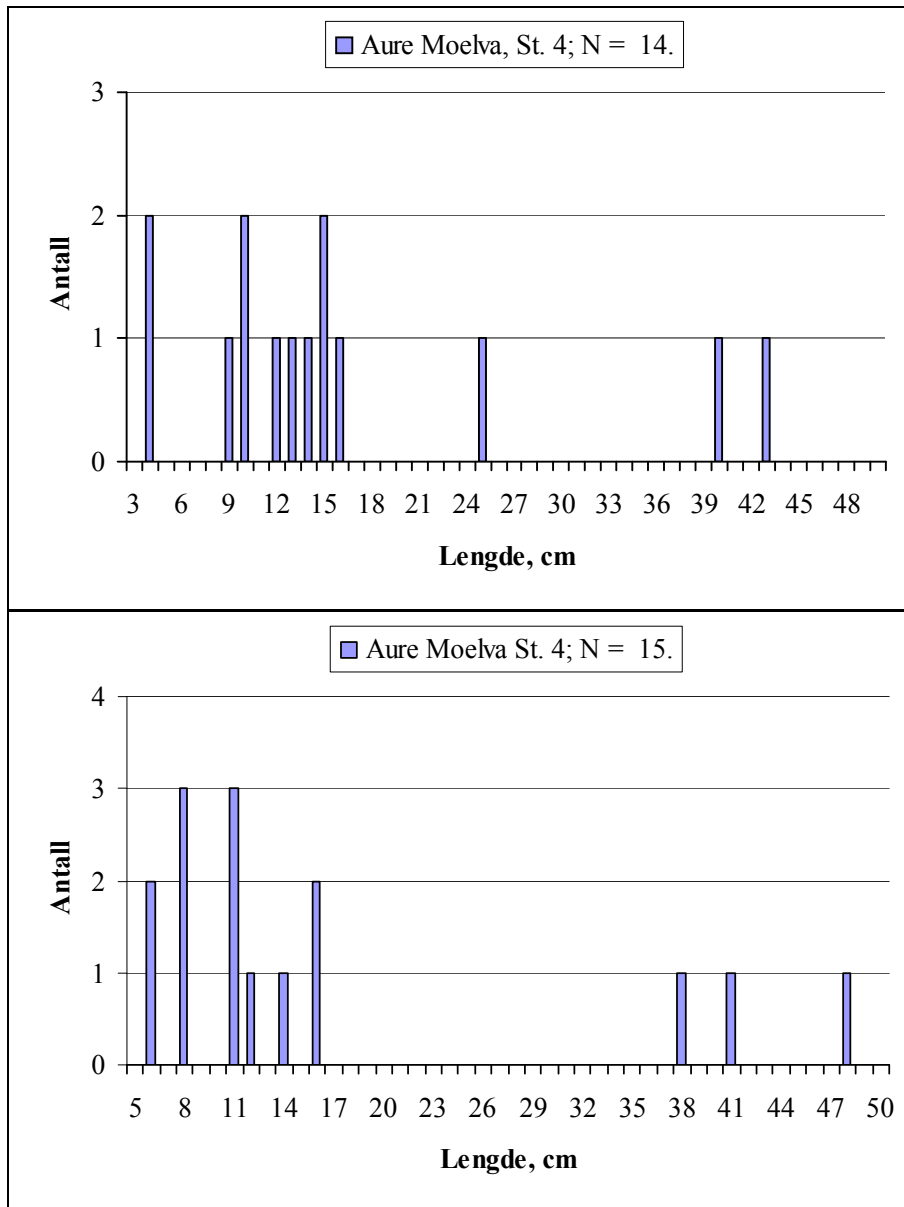
Nr.	Fiskeart	Lengde
1	Aure	48,8
2	Aure	41,3
3	Aure	38,8
4	Aure	8,2
5	Aure	16,7
6	Aure	12,2
7	Aure	11,2
8	Aure	11,2
9	Aure	16,8
10	Aure	11,4
11	Aure	14,3
12	Aure	8,8
13	Aure	6
14	Aure	8,1
15	Aure	6

Vi har i denne undersøkelsen brukt Klassifiseringsveilederen for å karakterisere forholdene for fisk. Sjøauren forsvant i 1917 pga vandringshindere i nedre del. Det at sjøauren nå gis oppvandringsmuligheter er bra, men avviket fra en forventet god tilstand for en sjøaurebestand er fortsatt stor. Det er et fravær av yngel på alle de undersøkte målestasjonene, noe som gjør det umulig å beregne yngeltetthet. Vi mener at avviket fra naturtilstanden for stasjonær aure derfor er stor. Hvis vi tar

utgangspunkt i at elva har en dominant art, som er aure (Naturtilstanden NT = 1), og at bestanden er redusert, blir Endringsgraden i følge veilederen 0,75. Fiskeindeksen (FI) skal beregnes som:

$FI = \text{dagens tilstand/naturtilstand, dvs (NT-EG)/NT}$

FI blir etter dette 0,25, som tilsvarer svært dårlig tilstand.



Figur 18. Lengdefordeling for aure fanget på elfiske på stasjon 4 i Moelva den 14.9.2009 (øverst) og 22.10.2010 (nederst).

4.6 Karakterisering og tiltak

Økologisk tilstand skal baseres på biologiske kvalitetselementer, mens vannkjemiske skal brukes som støtteparametre. De foreliggende resultatene for bunndyr og fisk viser at det er betydelige, negative avvik fra forventet tilstand for begge kvalitetselementer. Det må på dette grunnlag gjennomføres tiltak for å bringe den økologiske tilstanden til "god". For å kunne gjøre det, kreves det innsyn i de kjemiske

kvalitetselementene, slik den foreliggende undersøkelsen og også undersøkelsen i 2006 (Hindar og Iversen 2006) gir. Det er de som kan brukes for å beregne i hvilke områder og sektorer tiltak må gjennomføres og hvor mye som skal til.

I Moelva er det først og fremst lokale tilførsler av surt og giftig vann fra områder med eksponert sulfidstein som gir dårlig økologisk tilstand. Syretilførslene reduserer pH og gir høye konsentrasjoner av giftig aluminium og økning i tungmetaller. Uten tilstrekkelige miljøtiltak, vil denne situasjonen kunne vare i mange tiår fordi det er vedvarende forvitring av de utsprengte sulfidholdige mineralene. Det er også tilførsler av tungmetaller fra andre kilder som bør ses på, mens eutrofiering spiller en mindre rolle i og med at fosforkonsentrasjonene er på akseptable nivåer. Vannvegetasjon er imidlertid ikke kartlagt i denne undersøkelsen, og det kan ikke utelukkes at det tidvis er begroing/tilgroing enkelte steder.

Det er konsentrasjonen av uorganisk aluminium (LAI) som gir det klart største avviket fra god tilstand, og tilstanden er svært dårlig. Skalaen for LAI i klassifiseringsveilederen går fra $< 5 \mu\text{g/l}$ (referanseverdi) til $20 \mu\text{g/l}$, som er grensen mellom dårlig og svært dårlig tilstand (D/SD-grensen). Det er den høyeste konsentrasjonen som her skal gjøres gjeldende for klassifiseringsformål, og med nærmere $1000 \mu\text{g/l}$ nedstrøms Storemyr i september 2010, er elva også svært langt unna D/SD-grensen. Tiltak for å oppnå god vannkvalitet er tidligere gitt av Hindar og Iversen (2006), og vi viser til de rådene som der er gitt. Selv om forsuring pga sur nedbør fortsatt er av betydning for vannkvaliteten, er det avrenningen fra Storemyr som er hovedproblemet. Sulfattilførslene videre nedover i vassdraget synes å være uproblematiske. Ett unntak er trolig avrenning til Moelva fra en stor sulfidsteinfylling ved avkjøringen fra ny E18 til Tingsaker. Avrenningen her bør undersøkes nærmere.

Basert på måledata for tungmetaller, både i vannet, vha DGT-prøvetakere og som gjelle-metaller, er tilstanden dårlig. Også her er det tilførslene fra Storemyr som er hovedproblemet, men både nivåer og endringer fra øverste til nederste målepunkt i elva viser at det er uønskede metalltilførsler også fra andre kilder i vassdraget.

Skal en forbedre tilstanden i Moelva, er det etter dette først og fremst situasjonen på Storemyr som er utfordringen, se Hindar og Iversen (2006) for anbefalinger om tiltak. Om en klarer å få akseptable tilførsler fra dette området, bør en bruke resultatene fra dette prosjektet til en mer detaljert kartlegging av metallkildene videre nedover i vassdraget med tanke på tiltak for å redusere tilførslene. En kan her ikke utelukke at det er diffus tilførsel via grunnvann, og at nærmere kildeidentifikasjon og tiltak kan være krevende.

Kontroll med sur avrenning og metalltilførsler legger grunnen for en ytterligere optimalisering av tiltak, og det kan være aktuelt å se på begrensninger i nitrogentilførslene for å få disse ned på akseptable nivåer. Det kan også være aktuelt å se nærmere på de mulige vandringshindrene for sjøaure i midtområdet, og eventuell tilrettelegging av gyteområder i nedre del ved at områder som en finner egnet tilføres grov grus og stein for å forbedre gytesubstratet.

5. Referanser

- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggerget, T.G., Rasmussen, G. and Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing – theory and practice with special emasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- EU 2007. European Union Risk Assessment Report (ENV 2007) on cadmium oxide and cadmium metal, Part I – environment.
- EU 2008. European Union Risk Assessment Report (ENV 2008) on zinc metal, Part I – environment.
- Frigstad, O.F. 2009. Sulfidholdige bergarter i Kristiansandsregionen. Rapport til Arealprosjektet, Kristiansand kommune. 11 s., inklusiv geologisk kart.
- Hindar, A., Bjerkeng, B., Tjomsland, T. and Johnsen, T. 2007. Critical loads for nitrogen in fjords; evaluation of effects of nitrogen leaching from explosives used for E18 road construction in Aust-Agder. NIVA-report 5470. 38 p.
- Hindar, A. og Iversen, E.R. 2006. Utsprengning i sulfidholdig berggrunn på Storemyr i Lillesand – effekter på vannmiljø og forslag til tiltak. NIVA-rapport 5316. 31 s.
- Lindstrøm, E.-A., Brettum, P., Johansen, S. og Mjelde, M. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag Kritiske grenseverdier for forsuring. Effekter av kalking. NIVA-rapport 4821. 133 s.
- Lindstrøm, E.-A., Kjellberg, G. og Wright, R.F. 2000. Tålegrensen for nitrogen som næringsstoff i norkse fjellvann: økt ”grønske”? NIVA-rapport 4187.
- Matzow, D., Simonsen, J.H. og Valland, N. 1990. Registrering av sjørretvassdrag i Aust-Agder 1988-1989. Fylkesmannen i Aust-Ahgder, Miljøvernavdelingen. Rapport 5-1990. 66 s.
- met.no 2010. Nedbørhøyder for 2009-2010 fra meteorologisk stasjon Landvik. Meteorologisk institutt, Oslo.
- Mohn, H., Iversen, E.R. og Kaste, Ø. 2000. Nedlagte kommunale avfallsfyllinger i Aust-Agder: Vurdering av miljøpåvirkning og eventuelle behov for tiltak. NIVA-rapport 4312. 50 s.
- Molvær, J., Eikrem, W., Magnusson, J., Pedersen, A. og Tjomsland, T. 2007. Common Procedure for Identification of the Eutrophication Status of Maritime Area of the Oslo and Paris Conventions. Report on the Eutrophication Status for the Norwegian Skagerrak Coast. Serial No. 5400-2007. Norsk institutt for vannforskning, Oslo.
- NGU 1990. Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn i Aust-Agder fylke. Rapport 90.123. 156 s.
- NVE 2010. Vannføring ved NVE-stasjonen Tveitdalen i 2009-2010. Norges vassdrags- og energidirektorat, hydrologisk avdeling, Oslo.
- Raddum, G. G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates aims, possibilities and acidification indexes. S.7-16 i Raddum G. G., Rosseland, B.O. and Bowman, J. (red.). Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation of models. ICP-Waters Rapp. 50/99. NIVA, Oslo.
- Raddum, G. G. and Fjellheim, A. 1984. Acidification and early warning organisms in freshwater in western Norway. *Verhandlungen International Verein Limnologie* 22: 1973-1980.
- Røyset, O., Rosseland, B. O., Kristensen, T., Kroglund, F., Garmo, Ø. A., and Steinnes, E. 2005. Diffusive gradients in thin films sampler predicts stress in brown trout (*Salmo trutta* L.) exposed to aluminum in acid fresh waters. *Environmental Science and Technology* 39: 1167-1174.
- Selvik, J. R., Tjomsland T., Borgvang, S.A. og Eggestad, H. O. 2006. Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder 2005, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL2. Statlig rapport for forurensningsovervåking, Rapport nr. TA-2211/2006, NIVA-rapport nr. 5330-2007.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Rapport 97:4, TA-nummer 1468/1997, Statens forurensningstilsyn.

Simonsen, J. H. 1999. Registrering av sjøaurebekker i Aust-Agder, Lillesand. Fylkesmannen i Aust-Agder, Rapport 1991-1.

Teien, H., Garmo, Ø. A., Åtland, Å. and Salbu, B. 2008. Transformation of iron species in mixing zones and accumulation on fish gills. *Environmental Science & Technology* 42, 1780-1786.

Tjomsland, T., Selvik, J. R., and Brænden, R. 2010. Teofil Modell for calculation of source dependent loads in river basins. NIVA-rapport 5914.

Zhang, H., and Davison, W. 1995. Performance characteristics of diffusion gradients in thin films for the in situ measurement of trace metals in aqueous solution. *Analytical Chemistry* 67: 3391-3400.

Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2009-2010

Prøvetakingsplan vannkjemi 2009-2010. (x= kort progr, X=langt progr, m =metaller)

ukendr.	St. 0	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	Prøvedato	Kommentar
	Infotavle	Oppstr Grimenesv	Moelva N	Moelva S	Utløp Tingsaker		
						29.sep	Prøve Storemyr, eget progr
5.10-29.11	41	x	x	x	X	08.okt	
	42	x	x	x	x	13.okt	
	43	x+X	x+X	x+X	x+X	20.okt	24+25/10 X+Fe. Prøve Storemyr
	44	x	x	x	x	27.okt	
	45	x	x	x	X	03.nov	2/11 x. Prøve Storemyr
	46	x	x	x	x	10.nov	
	47	x	x	x	x	17.nov	
	48	x	x	x	x	24.nov	
30.11-31.1	49	x	x	x	X	01.des	
	50	x	x	x	x	08.des	Tatt prøver utenom plan
	51	x	x	x	x	14.des	
	52						
	53						
	1	x	x	x	X	05.jan	
	2						
	3	(x)	(x)	(x)	x	20.jan	St. 1-3 frosset
	4						St. 1-3 frosset
1.2.-4.4	5	(x)	(x)	(x)	X	05.feb	St. 1-3 frosset
	6	(x)	(x)	(x)	x	10.feb	St. 1-3 frosset
	7	(x)	(x)	(x)	x	17.feb	St. 1-3 frosset
	8	(x)	(x)	(x)	x	24.feb	St. 1-3 frosset
	9	(x)	(x)	(x)	X	03.mar	St. 1-3 frosset
	10	(x)	(x)	(x)	x	10.mar	St. 1-3 frosset
	11	(x)	(x)	(x)	x	16.mar	St. 1-3 frosset
	12	(x)	(x)	(x)	x	23.mar	St. 1-3 frosset
	13	X	X	X	X	29.mar	Alle st (snøsmelting) X
5.4.-23.5	14	X+m	X+m	X+m	X+m	07.apr	
	15	X+m	X+m	X+m	X+m	13.apr	
	16	X+m	X+m	X+m	X+m	19.apr	
	17	X+m	X+m	X+m	X+m	27.apr	
	18	X+m	X+m	X+m	X+m	04.mai	
	19	X+m	X+m	X+m	X+m	11.mai	
	20	X+m	X+m	X+m	X+m	19.mai	
24.5-19.9	21	x	x	x	X	25.mai	
	22						
	23	x	x	x	x	08.jun	
	24						
	25	x	x	x	X	21.jun	
	26						
	27	x	x	x	x	05.jul	
	28						
	29	x	x	x	X	21.jul	
	30						
	31	x	x	x	x	03.aug	
	32						
	33	x	x	x	X	17.aug	
	34						
	35	x	x	x	x	01.sep	
	36						
	37	x	x	x	x	14.sep	
	37	X+m	X+m	X+m	X+m	18.sep	

Resultater vannkjemi 2009-2010.

Forkortelser:

Kond	Konduktivitet	NO ₃ -N	Nitrat	A/R	Reaktivt aluminium	Ca	Kalsium
Alk	Alkalitet i mmol/L	TOC	Totalt organisk karbon	Al/II	Ikke-lablitt aluminium	K	Kalium
Tot-P	Total fosfor	Cl	Klorid	LAI	Lablitt aluminium	Mg	Magnesium
Tot-N	Total nitrogen	SO ₄	Sulfat	Al	Total aluminium	Na	Natrium

NH₄-N Ammonium
 *filtrerte prøver unntatt til pH, Kond og Alk

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol/L	Tot-P µg P/L	Tot-N µg N/L	NH ₄ -N µg N/L	NO ₃ -N µg N/L	TOC mg C/L	Cl mg/L	SO ₄ mg/L	Al/R µg/L	Al/II µg/L	LAI µg/L	Al µg/L	Ca mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Na mg/L
0	Infotavle	07/04/10	5,41	4,20	0,042	3	565	37	395	3,8	7,34	3,33	160	88	72	229	1,19	0,42	0,53	4,65
0	Infotavle	13/04/10	5,85	4,61	0,050	2	485	25	350	2,9	8,41	3,54	106	79	27	186	1,56	0,44	0,58	5,03
0	Infotavle	19/04/10	6,36	5,15	0,059	3	440	14	310	2,5	9,37	3,71	78	61	17	140	1,93	0,52	0,67	5,72
0	Infotavle	27/04/10	6,46	5,66	0,074	3	440	17	350	2,3	10,3	4,36	66	54	12	118	2,26	0,57	0,73	6,18
0	Infotavle	04/05/10	6,50	5,82	0,072	3	410	7	290	2,2	11,2	4,12	58	53	5	120	2,30	0,59	0,75	6,54
0	Infotavle	11/05/10	6,73	6,54	0,090	4	390	6	275	2,1	12,3	4,39	44	36	8	109	2,71	0,68	0,83	7,37
0	Infotavle	19/05/10	6,34	5,20	0,065	3	290	<2	140	2,8	8,96	3,43	50	41	9	112	1,92	0,54	0,65	5,98
0	Infotavle	18/09/10	5,70	4,20	0,044	5	335	4	115	4,7	7,27	3,63	91	65	26	188	1,40	0,46	0,60	4,46
1	Oppstr. Grimenesv.	08/10/09	5,76									3,87				291	1,33			
1	Oppstr. Grimenesv.	13/10/09	5,76									3,96				285	1,43			
1	Oppstr. Grimenesv.	20/10/09	6,33									4,95				179	2,43			
1	Oppstr. Grimenesv.*	24/10/09	5,04	3,76	0,031	3	450	8	134	7,7	6,01	3,43	234	165	69	1,05	0,60	0,53	3,80	
1	Oppstr. Grimenesv.*	25/10/09	5,13	3,80	0,034	5	450	5	123	8,1	5,62	3,40	224	165	59	0,99	0,64	0,52	3,60	
1	Oppstr. Grimenesv.	27/10/09	5,62									3,10				283	1,44			
1	Oppstr. Grimenesv.	02/11/09	5,04									3,50				330	1,00			
1	Oppstr. Grimenesv.	03/11/09	5,34									4,01				303	1,33			
1	Oppstr. Grimenesv.	10/11/09	5,92									4,41				252	1,70			
1	Oppstr. Grimenesv.	17/11/09	5,09									3,51				341	1,12			
1	Oppstr. Grimenesv.	24/11/09	5,25									3,65				276	1,31			
1	Oppstr. Grimenesv.	01/12/09	5,67									3,87				259	1,61			
1	Oppstr. Grimenesv.	08/12/09	5,26									3,62				268	1,31			
1	Oppstr. Grimenesv.	14/12/09	5,96									4,34				206	1,94			
1	Oppstr. Grimenesv.	05/01/10	6,27									5,04				160	2,70			
1	Oppstr. Grimenesv.	29/03/10	5,50	5,15	0,043	6	675	42	475	3,8	9,04	4,25	155	89	66	1,60	0,64	0,69	5,48	
1	Oppstr. Grimenesv.	07/04/10	5,61	4,75	0,044	5	635	48	445	3,7	8,09	4,12	155	95	60	1,59	0,62	0,63	5,09	

NIVA 6073-2010

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Kond	Alk	Tot-P	Tot-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TOC	Cl	SO ₄	Al/R	Al/II	LAI	Al	Ca	K	Mg	Na
				mS/m	mmol/L	µg P/L	µg N/L	µg N/L	µg N/L	mg C/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	Oppstr. Grimenesv.	13/04/10	6,03	5,36	0,064	4	625	36	460	2,9	9,57	4,73	110	83	27	213	2,06	0,75	0,73	5,49
1	Oppstr. Grimenesv.	19/04/10	6,43	6,15	0,080	4	635	38	450	2,5	10,2	4,88	80	53	27	144	2,56	0,93	0,85	6,22
1	Oppstr. Grimenesv.	27/04/10	6,37	6,69	0,096	4	655	45	545	2,2	11,1	5,76	78	57	21	136	2,90	1,06	0,94	6,58
1	Oppstr. Grimenesv.	04/05/10	6,58	6,92	0,096	5	700	24	560	2,4	11,8	5,41	67	59	8	130	3,03	1,17	0,98	6,88
1	Oppstr. Grimenesv.	11/05/10	6,59	8,33	0,114	5	740	28	600	2,2	12,6	5,81	50	40	10	117	3,53	1,39	1,12	7,60
1	Oppstr. Grimenesv.	19/05/10	6,53	6,10	0,089	4	475	4	295	2,9	9,51	4,42	50	39	11	119	2,53	1,01	0,85	6,25
1	Oppstr. Grimenesv.	25/05/10	6,73									5,46				201	3,33			
1	Oppstr. Grimenesv.	08/06/10	6,58									6,01				95	3,79			
1	Oppstr. Grimenesv.	21/06/10	6,81									6,27				100	4,27			
1	Oppstr. Grimenesv.	05/07/10	6,59									7,19				120	4,80			
1	Oppstr. Grimenesv.	21/07/10	6,61									6,55				160	4,14			
1	Oppstr. Grimenesv.	03/08/10	6,92									7,19				120	4,22			
1	Oppstr. Grimenesv.	17/08/10	6,65									6,22				120	4,37			
1	Oppstr. Grimenesv.	01/09/10	6,53									5,92				130	3,58			
1	Oppstr. Grimenesv.	14/09/10	5,80									6,63	176	139	37	442	2,51			
1	Oppstr. Grimenesv.	18/09/10	5,84	5,31	0,056	9	520	28	225	5,0	8,18	5,64	113	82	31	248	2,15	0,84	0,80	5,06
	Storemyr ut*	29/09/09	4,06	80,4		2	1200	127	742	2,0	40,5	334				13200	67,4	8,56	19,0	28,2
	Storemyr ut*	24/10/09	4,42	37,7		<1	1030	88	690	2,8	12,8	153				8860	24,1	4,71	8,9	9,93
	Storemyr ut*	25/10/09	4,33	44,3		2	985	103	650	2,7	11,9	193				12700	29,1	4,96	10,5	9,39
	Storemyr ut*	02/11/09	4,36	39,0		1	1095	113	744	2,5	12,3	160				8760	27,0	4,51	8,7	9,86
2	Moelva N	08/10/09	5,45									5,13				603	1,48			
2	Moelva N	13/10/09	5,38									6,12				487	1,30			
2	Moelva N	20/10/09	6,51									9,87				267	2,86			
2	Moelva N*	24/10/09	4,98	5,02	0,029	4	495	10	188	8,2	6,51	5,84	339	206	133	1,52	0,67	0,70	4,09	
2	Moelva N*	25/10/09	4,86	4,94	0,025	4	505	6	178	8,5	5,94	6,81	378	220	158	1,62	0,74	0,72	3,80	
2	Moelva N	27/10/09	5,41									7,55				661	2,51			
2	Moelva N	02/11/09	4,88									5,98				476	1,48			
2	Moelva N	03/11/09	5,23									7,10				406	1,86			
2	Moelva N	10/11/09	5,79									7,94				394	2,51			
2	Moelva N	17/11/09	5,00									5,17				452	1,51			
2	Moelva N	24/11/09	5,22									6,23				406	1,89			
2	Moelva N	01/12/09	5,57									7,74				420	2,54			
2	Moelva N	08/12/09	5,18									5,68				379	1,79			
2	Moelva N	14/12/09	6,02									8,50				349	2,99			
2	Moelva N	05/01/10	6,37									9,94				268	4,22			
2	Moelva N	29/03/10	5,21	6,69	0,035	5	735	47	525	3,8	10,8	7,72	319	150	169	407	2,29	0,89	0,89	6,51

NIVA 6073-2010

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol/L	Tot-P µg P/L	Tot-N µg N/L	NH ₄ -N µg N/L	NO ₃ -N µg N/L	TOC mg C/L	Cl mg/L	SO ₄ mg/L	Al/R µg/L	Al/I µg/L	LAI µg/L	Al µg/L	Ca mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Na mg/L
2	Moelva N	07/04/10	5,55	6,24	0,029	5	675	56	490	3,7	10,1	7,29	257	138	119	382	2,30	0,79	0,81	6,28
2	Moelva N	13/04/10	6,05	7,81	0,059	4	705	61	495	2,9	12,8	9,45	280	249	31	383	3,27	1,05	1,04	7,80
2	Moelva N	19/04/10	6,47	9,47	0,078	6	745	70	520	2,6	15,4	11,0	80	39	41	355	4,19	1,34	1,27	9,38
2	Moelva N	27/04/10	6,51	10,8	0,099	4	815	97	630	2,4	17,8	13,0	88	18	70	509	4,82	1,53	1,43	11,0
2	Moelva N	04/05/10	6,72	11,5	0,102	3	790	86	585	2,3	18,6	13,3	80	29	51	319	5,03	1,66	1,51	11,1
2	Moelva N	11/05/10	6,77	13,4	0,121	4	910	105	655	2,0	22,1	14,8	115	12	103	264	6,11	2,06	1,78	13,7
2	Moelva N	19/05/10	6,61	9,49	0,088	4	575	40	355	3,2	15,6	9,84	160	111	49	252	4,07	1,38	1,24	9,98
2	Moelva N	25/05/10	6,76									14,2				374	5,89			
2	Moelva N	08/06/10	6,96									18,9				219	7,39			
2	Moelva N	21/06/10	7,10									18,5				150	7,88			
2	Moelva N	05/07/10	6,80									19,7				276	9,52			
2	Moelva N	21/07/10	6,97									17,7				208	7,34			
2	Moelva N	03/08/10	6,85									23,4				249	7,71			
2	Moelva N	17/08/10	6,70									26,7				238	9,75			
2	Moelva N	01/09/10	6,35									21,9				282	7,12			
2	Moelva N	14/09/10	4,93									17,5	1160	184	976	1080	4,25			
2	Moelva N	18/09/10	5,35	7,33	0,042	6	525	25	250	5,3	9,48	11,7	356	150	206	508	3,33	1,10	1,17	5,91
3	Moelva S	08/10/09	5,86									10,7				466	1,76			
3	Moelva S	13/10/09	5,77									11,2				470	3,26			
3	Moelva S	20/10/09	6,52									20,1				253	5,70			
3	Moelva S*	24/10/09	5,66	5,24	0,056	3	540	12	214	8,4	6,70	6,96	336	213	123	1,98	1,98	0,76	4,27	
3	Moelva S*	25/10/09	4,97	5,53	0,031	4	540	22	210	8,4	6,17	8,80	375	225	150	2,34	2,34	0,81	4,04	
3	Moelva S	27/10/09	5,61									10,5				482	3,43			
3	Moelva S	02/11/09	5,03									7,12				529	1,96			
3	Moelva S	03/11/09	5,38									8,39				411	2,43			
3	Moelva S	10/11/09	6,24									11,0				394	3,39			
3	Moelva S	17/11/09	5,16									6,19				485	1,93			
3	Moelva S	24/11/09	5,48									8,14				407	2,43			
3	Moelva S	01/12/09	5,96									10,7				414	3,46			
3	Moelva S	08/12/09	5,45									7,20				381	2,35			
3	Moelva S	14/12/09	6,38									14,3				361	4,37			
3	Moelva S	05/01/10	6,79									24,0				238	7,01			
3	Moelva S	29/03/10	5,45	8,26	0,044	5	780	57	560	3,7	14,0	9,55	325	210	115	424	3,19	0,95	0,99	8,36
3	Moelva S	07/04/10	5,97	7,89	0,057	5	750	75	515	3,7	12,4	9,86	256	197	59	382	3,27	1,01	0,92	8,21
3	Moelva S	13/04/10	6,47	10,8	0,100	4	905	135	585	2,9	16,7	15,7	285	265	20	360	4,77	1,46	1,21	11,4
3	Moelva S	19/04/10	6,83	13,7	0,146	4	885	125	615	2,4	19,9	18,9	108	80	28	300	6,42	1,96	1,54	14,2
3	Moelva S	27/04/10	6,78	15,9	0,179	5	1020	150	745	2,4	23,4	22,0	67	24	43	285	7,57	2,22	1,78	16,5

NIVA 6073-2010

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol/L	Tot-P µg P/L	Tot-N µg N/L	NH ₄ -N µg N/L	NO ₃ -N µg N/L	TOC mg C/L	Cl mg/L	SO ₄ mg/L	Al/R µg/L	Al/I µg/L	LAI µg/L	Al µg/L	Ca mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Na mg/L
3	Moelva S	04/05/10	7,04	17,7	0,205	4	1030	150	710	2,2	25,4	25,3	49	20	29	251	8,38	2,48	1,90	18,5
3	Moelva S	11/05/10	7,04	27,6	0,286	8	1400	270	820	3,1	45,7	33,7	62	20	42	180	12,0	3,40	6,5	26,5
3	Moelva S	19/05/10	6,99	17,1	0,233	11	930	175	520	3,1	22,9	27,9	143	99	44	220	7,56	2,60	1,67	19,4
3	Moelva S	25/05/10	7,12									31,1			242	10,1				
3	Moelva S	08/06/10	7,07									48,8			110	14,6				
3	Moelva S	21/06/10	7,37									59,3			110	16,1				
3	Moelva S	05/07/10	7,17									62,9			110	19,6				
3	Moelva S	21/07/10	7,04									65,5			227	17,5				
3	Moelva S	03/08/10	7,08									70,4			110	19,4				
3	Moelva S	17/08/10	7,16									55,5			81	16,9				
3	Moelva S	01/09/10	6,97									40,7			85	12,2				
3	Moelva S	14/09/10	5,72									12,5	272	212	60	1400	3,99			
3	Moelva S	18/09/10	5,96	9,70	0,064	7	560	51	280	5,1	11,7	17,3	310	232	78	444	4,85	1,44	1,35	8,50
4	Utlop Tingsaker	08/10/09	5,94		0,055	12	710	64	385	6,8	8,7	16,2	269	200	69	467	4,95	1,34	1,34	5,98
4	Utlop Tingsaker	13/10/09	5,79									15,8			527	4,61				
4	Utlop Tingsaker	20/10/09	6,73									21,8			307	7,24				
4	Utlop Tingsaker*	24/10/09	5,17	7,16	0,039	2	740	14	404	7,8	7,17	13,3	365	214	151	3,92	3,92	1,13	1,19	4,62
4	Utlop Tingsaker*	25/10/09	5,11	7,43	0,037	5	770	37	376	7,8	6,75	14,8	408	230	178	4,09	4,09	1,32	1,25	4,41
4	Utlop Tingsaker	27/10/09	5,49									13,6			565	4,43				
4	Utlop Tingsaker	02/11/09	5,19									13,1			895	3,74				
4	Utlop Tingsaker	03/11/09	5,31		0,037	11	770	34	455	6,4	7,13	12,6	351	220	131	546	3,65	1,09	1,09	4,68
4	Utlop Tingsaker	10/11/09	6,29									14,3			416	4,45				
4	Utlop Tingsaker	17/11/09	5,25									10,1			680	3,08				
4	Utlop Tingsaker	24/11/09	5,45									11,0			492	3,26				
4	Utlop Tingsaker	01/12/09	6,08		0,057	2	760	52	495	4,3	9,52	13,8	322	294	28	447	4,46	1,14	1,28	6,34
4	Utlop Tingsaker	08/12/09	5,48									9,39			438	3,03				
4	Utlop Tingsaker	14/12/09	6,67									16,6			336	5,29				
4	Utlop Tingsaker	05/01/10	7,12		0,209	5	1260	190	880	2,8	15,8	25,1	222	178	44	222	8,25	2,33	2,01	13,1
4	Utlop Tingsaker	20/01/10	7,02									21,5			208	7,65				
4	Utlop Tingsaker	05/02/10	7,14		0,217	5	1180	175	820	2,7	16,1	22,4	134	112	22	194	7,57	2,16	1,88	13,1
4	Utlop Tingsaker	10/02/10	6,89									24,8			229	8,41				
4	Utlop Tingsaker	17/02/10	7,22									24,4			198	8,62				
4	Utlop Tingsaker	24/02/10	6,89									21,5			218	7,55				
4	Utlop Tingsaker	03/03/10	7,05		0,216	5	1230	185	830	2,7	22,5	21,3	149	121	28	179	8,07	2,15	1,92	16,0
4	Utlop Tingsaker	10/03/10	7,00									29,1			384	13,4				
4	Utlop Tingsaker	16/03/10	6,53									26,7			544	14,9				
4	Utlop Tingsaker	23/03/10	5,51									13,9			582	5,53				

NIVA 6073-2010

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol/L	Tot-P µg P/L	Tot-N µg N/L	NH ₄ -N µg N/L	NO ₃ -N µg N/L	TOC mg C/L	Cl mg/L	SO ₄ mg/L	Al/R µg/L	Al/I/I µg/L	LAI µg/L	Al µg/L	Ca mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Na mg/L
4	Utlep Tingsaker	29/03/10	5,63	9,78	0,041	8	915	62	675	3,9	16,3	11,6	331	227	104	441	4,27	1,12	1,20	9,55
4	Utlep Tingsaker	07/04/10	6,04	9,19	0,055	7	845	69	610	3,8	14,8	11,7	278	232	46	399	4,21	1,16	1,12	9,25
4	Utlep Tingsaker	13/04/10	6,61	12,2	0,100	4	960	88	700	3,0	18,5	17,2	278	262	16	365	5,79	1,62	1,44	12,2
4	Utlep Tingsaker	19/04/10	6,97	14,5	0,131	4	1010	90	775	2,5	23,6	19,6	127	100	27	306	7,37	2,02	1,80	13,9
4	Utlep Tingsaker	27/04/10	7,06	18,5	0,192	5	1340	225	1000	2,3	25,7	28,5	56	34	22	213	9,29	2,64	2,14	18,3
4	Utlep Tingsaker	04/05/10	7,12	18,7	0,199	4	1200	120	960	2,1	22,4	28,4	58	36	22	188	9,74	2,72	2,23	18,6
4	Utlep Tingsaker	11/05/10	7,24	22,4	0,243	6	1410	140	1050	2,1	31,0	33,1	78	41	37	138	11,6	3,48	2,66	23,3
4	Utlep Tingsaker	19/05/10	6,98	17,6	0,200	8	1010	115	625	3,2	23,9	25,3	127	94	33	242	9,03	2,61	1,92	18,4
4	Utlep Tingsaker	25/05/10	7,19	21,1	0,223	7	1100	60	810	2,9	29,3	30,0	64	51	13	250	10,8	3,21	2,50	21,4
4	Utlep Tingsaker	08/06/10	7,16									39,0				130	13,9			
4	Utlep Tingsaker	21/06/10	7,36	29,8	0,331	14	1420	78	975	3,3	38,5	47,8	68	38	30	130	15,9	4,72	3,49	31,3
4	Utlep Tingsaker	05/07/10	7,14									65,3				140	19,9			
4	Utlep Tingsaker	21/07/10	7,33	29,2	0,310	13	1370	51	1150	3,3	37,2	49,8	47	29	18	150	16,2	4,40	3,20	29,7
4	Utlep Tingsaker	03/08/10	7,28									67,2				97	20,7			
4	Utlep Tingsaker	17/08/10	7,34	31,3	0,384	12	1140	15	955	3,6	38,8	55,6	30	17	13	87	17,9	5,48	3,59	33,4
4	Utlep Tingsaker	01/09/10	7,07									44,3				120	13,8			
4	Utlep Tingsaker	14/09/10	6,50							5,4		35,2	189	168	21	520	10,2			
4	Utlep Tingsaker	18/09/10	5,98	12,0	0,057	10	645	40	355	5,3	13,3	24,3	337	266	71	494	6,91	1,68	1,83	9,56

Forkortelser metallanalyser (vannprøver):

Cd Kadmium Cu Kopper Mn Mangan Zn Sink
 Co Kobolt Fe Jern Ni Nikkel

St.nr.	St.navn	Dato	Cd µg/l	Co µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
0	Infotavle	07/04/10	0,092	0,451	0,367	180	26,6	0,61	9,61
0	Infotavle	13/04/10	0,088	0,471	0,362	170	26,8	0,55	8,64
0	Infotavle	19/04/10	0,063	0,480	0,400	190	27,4	0,51	8,02
0	Infotavle	27/04/10	0,064	0,480	0,329	180	26,9	0,56	6,82
0	Infotavle	04/05/10	0,057	0,458	0,418	230	25,9	0,53	6,83
0	Infotavle	11/05/10	0,051	0,405	0,835	315	23,5	0,51	6,57
0	Infotavle	19/05/10	0,046	0,314	0,923	240	19,3	0,55	9,69
0	Infotavle	18/09/10	0,089	0,468	0,445	321	34,0	0,67	10,3
1	Oppstr. Grimenesv.*	24/10/09				228			
1	Oppstr. Grimenesv.*	25/10/09				182			
1	Oppstr. Grimenesv.	07/04/10	0,098	0,499	0,571	210	30,7	0,64	11,7
1	Oppstr. Grimenesv.	13/04/10	0,087	0,545	0,919	280	35,9	0,80	10,7
1	Oppstr. Grimenesv.	19/04/10	0,079	0,488	0,469	260	36,1	0,66	8,78
1	Oppstr. Grimenesv.	27/04/10	0,069	0,502	0,635	316	35,3	0,68	8,53
1	Oppstr. Grimenesv.	04/05/10	0,049	0,444	0,526	290	27,5	0,68	7,64
1	Oppstr. Grimenesv.	11/05/10	0,057	0,413	0,467	455	35,0	0,64	6,87
1	Oppstr. Grimenesv.	19/05/10	0,051	0,320	0,688	330	25,0	0,67	7,86
1	Oppstr. Grimenesv.	18/09/10	0,12	0,699	0,573	390	53,7	1,10	14,7
	Storemyr ut*	29/09/09				4010			
	Storemyr ut*	24/10/09				304			
	Storemyr ut*	25/10/09				312			
	Storemyr ut*	02/11/09				274			
2	Moelva N*	24/10/09				207			
2	Moelva N*	25/10/09				184			
2	Moelva N	07/04/10	0,15	1,23	1,07	280	56,0	2,57	17,5
2	Moelva N	13/04/10	0,11	1,56	0,928	355	78,8	3,33	19,8
2	Moelva N	19/04/10	0,14	1,83	0,971	470	99,3	3,98	20,4
2	Moelva N	27/04/10	0,13	1,95	1,10	708	113	4,15	19,9
2	Moelva N	04/05/10	0,11	1,92	0,852	488	117	4,30	19,1
2	Moelva N	11/05/10	0,12	2,08	0,77	488	136	4,74	20,1
2	Moelva N	19/05/10	0,08	1,33	0,813	444	79,1	3,09	14,4
2	Moelva N	18/09/10	0,18	2,17	1,80	425	102	5,03	27,6
3	Moelva S*	24/10/09				192			
3	Moelva S*	25/10/09				175			
3	Moelva S	07/04/10	0,14	1,25	1,05	270	58,9	2,74	18,8
3	Moelva S	13/04/10	0,13	1,63	1,12	322	83,6	3,61	23,4
3	Moelva S	19/04/10	0,13	1,82	0,99	374	103	4,34	20,9
3	Moelva S	27/04/10	0,14	1,99	1,56	417	117	4,72	23,9
3	Moelva S	04/05/10	0,13	1,96	1,33	426	128	4,90	21,2
3	Moelva S	11/05/10	0,14	2,11	2,44	383	144	5,30	29,7
3	Moelva S	19/05/10	0,086	1,26	1,06	409	86,4	3,26	16,1
3	Moelva S	18/09/10	0,17	2,14	1,70	416	108	5,29	28,1
4	Utløp Tingsaker*	24/10/09				152			
4	Utløp Tingsaker*	25/10/09				152			
4	Utløp Tingsaker	07/04/10	0,15	1,84	1,32	250	61,2	4,16	20,3
4	Utløp Tingsaker	13/04/10	0,14	2,20	1,20	240	83,0	4,89	21,8

St.nr.	St.navn	Dato	Cd µg/l	Co µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
4	Utløp Tingsaker	19/04/10	0,15	2,41	1,21	290	99,6	5,62	23,1
4	Utløp Tingsaker	27/04/10	0,14	2,60	1,18	260	115	6,53	35,4
4	Utløp Tingsaker	04/05/10	0,12	2,36	1,21	250	111	5,61	21,7
4	Utløp Tingsaker	11/05/10	0,12	2,43	1,70	200	122	5,90	22,0
4	Utløp Tingsaker	19/05/10	0,084	1,14	1,57	403	63,1	4,39	18,9
4	Utløp Tingsaker	18/09/10	0,22	4,19	2,07	390	133	9,63	32,2

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no